



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Propuesta didáctica basada en la Metodología de Aprendizaje Activo, encaminada a construir el concepto de difracción partiendo de prácticas experimentales.

Carolina Manrique Torres

Licenciada en matemáticas

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Bogotá, Colombia

2012

Propuesta didáctica basada en la Metodología de Aprendizaje Activo, encaminada a construir el concepto de difracción partiendo de prácticas experimentales.

Carolina Manrique Torres

Licenciada en matemáticas

Trabajo presentado como requisito parcial para optar al título de:

Magister en enseñanza de las ciencias exactas y naturales.

Director:

PhD., Ciencias – Física. Freddy Alberto Monroy Ramírez

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Bogotá, Colombia

2012

A Dios porque con su amada, poderosa y victoriosa presencia permite que todo marche como debería.

A mis padres: gracias por heredarme a través del amor el tesoro más valioso que puede dársele a un hijo...La verdad acerca de nuestra existencia y por ende el motivo por el cual debo esforzarme por seguir siendo feliz.

A mi esposo por su apoyo y respeto hacia mi trabajo y esfuerzo.

Agradecimientos

Al profesor Freddy Alberto Monroy, por todo el acompañamiento realizado, sus valiosos aportes, su tiempo y esmerada e incansable dedicación brindada a mi trabajo, formación profesional y pedagógica.

A la Universidad Nacional por brindarme la oportunidad de crecer profesionalmente a través de mis estudios de maestría, a todos los docentes que con gran esfuerzo y trabajo contribuyeron en mi formación y que durante varios años han dado y mantenido tan importante prestigio para la universidad.

Resumen

Este trabajo presenta una propuesta didáctica para docentes de secundaria basada en la metodología de aprendizaje activo (MAA), encaminada a construir el concepto de difracción por medio de prácticas experimentales realizadas en el aula de clase, por los estudiantes de grado undécimo en la asignatura de física. La difracción es un fenómeno de la óptica ondulatoria que ha permitido importantes aportes en el estudio de la física y que además puede evidenciarse fácilmente en un laboratorio y en diversos fenómenos de la naturaleza tales como en los colores reflejados por un CD, en las figuras formadas cuando el sol atraviesa hojas de árboles, la pluma de un ave, u obstáculos pequeños o cuando las mariposas lo usan para mostrar los bellos colores de sus alas. A pesar de la facilidad y belleza de la observación de este fenómeno en la vida cotidiana, el trabajo en el aula con respecto a no solo la difracción, sino a conceptos propios de la ciencia está limitado a la transmisión tradicional dejando a un lado la parte experimental y por ende el descubrimiento y la motivación que esto genera y que contribuye a la construcción de los conceptos. Además, la limitación de recursos en muchos colegios de nuestro país, hace que las prácticas experimentales se limiten y en el peor de los casos, se eliminen de las actividades de aula. Por lo anterior, en este trabajo se propone un manual a través del cual el docente de secundaria pueda construir junto con sus estudiantes y con la utilización de materiales de fácil consecución y bajo costo, los elementos necesarios para realizar las practicas experimentales y, cinco actividades que guían al docente a construir el concepto de difracción de una manera motivante, teniendo en cuenta que los estudiantes reaccionan positivamente cuando trabajan con material cotidiano y equipo realizado por ellos mismos, en experiencias de aula a través del trabajo colaborativo. Aunque el presente trabajo es una propuesta para los docentes de secundaria, fue puesta a prueba con estudiantes de grado once (curso 1101 y 1102) de la Institución Educativa Distrital (I.E.D) Ricaurte (Bogotá) de donde se obtuvieron importantes aportes acerca del diseño del manual y las diferentes actividades y en donde se evidencia que aunque los dos grupos trabajaron el concepto obteniendo resultados positivos, 1101 con el trabajo propuesto y 1102 con un trabajo tradicional, en el curso 1101 se realizó un trabajo con la participación de todos los estudiantes, se evidenciaron aspectos como la motivación, trabajo colaborativo, argumentación de ideas y observaciones y la construcción del concepto de una manera significativa. Por lo anterior, se concluye que la propuesta es una alternativa que aporta y contribuye a los docentes en su labor de motivar a los estudiantes en la construcción de conceptos –como el de difracción en este caso-, más que el de impartir instrucciones o transmitir información enciclopédica.

Palabras clave: aprendizaje activo, didáctica, óptica, experimento, trabajo colaborativo.

Abstract

This work presents a didactical proposal for high school teachers, based on an active learning methodology, routed to construct a diffraction method through experimental practices in the classroom. These practices were done by eleventh grade students on the subject of physics. Diffraction is an optical ondulatory phenomenon that has provided important contributions to the study of physics. Studies that can be easily seen in the laboratory and in different phenomenons in Nature; such as the colors reflected on a CD, the figures that are formed when the sun shines thru the leaves of a tree, the feathers of a bird, small objects or when a butterfly uses the sun to display it's beautiful colors. Even though is easy for us to see this phenomenon in everyday life, the work in the classroom, not only with diffraction, but with different aspects of science is limited to the traditional transmission, leaving aside the experimental part of it. Therefore the discovery and motivation that this generates, also contributes to the development of concepts. The limited resources many institutions face in our country, in many cases makes that experimental practices in the classroom are limited to just a few in the school year or worse case scenario are completely eliminated from the classroom. In this work we present a manual in which the high school teacher along with the students can easely make with with low cost and easy to get materials what is needed in the school laboratory, thus be able to work on the experimental practices of diffraction. In addition to this we provide the teacher and students with five activities that guide them construct the diffraction method. Taking in to account that students are positively motivated when they work with tools they have created. Even though this manual is just a propossal for high school teachers, it was tested with students of classrooms (1101 and 1102), of Institucion Educativa Distrital (I.E.D.) Ricaurte, Bogota, where important results were obtained for the designing of this manual and the different activities. Both groups worked on this concept obtaining positive results, classroom 1101 worked with the proposed method and classroom 1102 worked with a traditional method. We concluded that classroom 1101 was more active and motivated, thus bringing new ideas, leading us to believe that this proposal could be a great tool for teachers and students as well, not only in science, but in other areas where more traditional methods are used.

Key words: proactive learning, didactic, optic, experimental, group work.

Contenido

	Pág.
Resumen	V
Lista de fotografías	VIII
Lista de gráficas	XV
Lista de tablas	XII
Introducción	1
1. Objetivos.....	7
2. Aspectos pedagógicos	8
3. Aproximación epistemológica al estudio de la difracción	13
4. Aspectos disciplinares	17
4.1 Definición	17
4.3 Difracción de Fraunhofer y Fresnel.....	20
4.3 Difracción de Fraunhofer	22
4.5 La abertura rectangular	24
4.6 La abertura circular	26
5. Propuesta pedagógica	29
5.1 Manual	30
5.2.1 Actividad. Rendija única unidimensional.....	59
5.2.2 Actividad. Rendijas dobles unidimensionales	66
5.2.3 Actividad. Rendija cuadrada y circular.....	72
5.2.4 Actividad. Rejilla de difracción.....	80
5.2.5 Actividad. Diferentes tipos de rejillas y rendijas.....	83
6. Conclusiones y recomendaciones.....	87
A. Anexo: Guías diseñadas para el desarrollo del trabajo en el aula por parte del estudiante.	91
B. Anexo: Fotos de aplicación informal de la propuesta por parte del docente. .	113
Bibliografía	1179

Lista de fotografías

	Pág.
Fotografía 4-1 Patrón de difracción a través de una rendija única.....	18
Fotografía 4-2 Patrón de difracción de una sola rendija vertical iluminada con una fuente puntual.....	23
Fotografía 4-3 Patrón de Fraunhofer de una abertura cuadrada.....	26
Fotografía 4-4 Patrón de Fraunhofer de una abertura circular.....	28
Fotografía 5.1-1 Materiales para la construcción de soporte para sostener laser.....	32
Fotografía 5.1-2: Cubos formados con tres cuadros de Yumbolon cada uno.....	34
Fotografía 5.1-3 Cuadros de Yumbolon para nivelar o inclinar los soportes.....	34
Fotografía 5.1-4 Instalación de tornillo en abrazadera.....	35
Fotografía 5.1-5 Instalación de abrazadera en cubo de Yumbolon.....	35
Fotografía 5.1-6 Instalación de abrazadera en cubo de Yumbolon.....	36
Fotografía 5.1-7 Soporte para sostener rendija (sosteniendo una rendija).....	39
Fotografía 5.1-8 Materiales para la construcción de rendija lineal individual.....	40
Fotografía 5.1-9 Rendija lineal individual, terminada.....	40
Fotografía 5.1-10 Materiales para la construcción de rendija lineal que varía su ancho gradualmente de manera paralela. (Construcción No. 1).....	41
Fotografía 5.1-11 Lamina Porta -Objetos con separaciones en cinta.....	42
Fotografía 5.1-12 Rendija lineal que varía su ancho gradualmente de manera paralela. Terminada (Construcción No. 1).....	42
Fotografía 5.1-13 Materiales para la construcción de rendija lineal que varía su ancho gradualmente de manera paralela. (Construcción No. 2).....	43
Fotografía 5.1-14 Marco en cuadros de cartón paja.....	44
Fotografía 5.1-15 Marcos recortados (Cartón paja).....	44
Fotografía 5.1-16 Forma de pegar cabellos a marco en cartón paja.....	44
Fotografía 5.1-17 Construcción del marco de rendija.....	45
Fotografía 5.1-18 Rendija lineal que varía su ancho gradualmente de manera paralela. Terminada (Construcción No. 2).....	45
Fotografía 5.1-19 Lamina Porta -Objetos con separaciones en cinta.....	46
Fotografía 5.1-20 Construcción de rendija cuadrada de 0.5 mm.....	47
Fotografía 5.1-21 Construcción de rendija cuadrada de 1 mm.....	47

Fotografía 5.1-22	Rendijas cuadradas terminadas.....	48
Fotografía 5.1-23	Materiales para la construcción de la rendija circular.....	49
Fotografía 5.1-24	Perforaciones realizadas con las dos agujas en papel aluminio.....	49
Fotografía 5.1-25	Construcción de marcos para cada rendija.....	50
Fotografía 5.1-26	Instalación de rendijas de cartulina en los marcos.....	50
Fotografía 5.1-27	Rendijas circulares terminadas.....	51
Fotografía 5.1-28	Rendijas lineales dobles que varían su separación terminadas.....	52
Fotografía 5.1-29	Materiales para la construcción de rejilla de difracción.....	52
Fotografía 5.1-30	Forma de retirar la capa reflectante de aluminio de CD.....	53
Fotografía 5.1-31	Cuadrado de policarbonato.....	53
Fotografía 5.1-32	Rejilla terminada.....	54
Fotografía 5.1-33	Materiales para la construcción de la pantalla.....	56
Fotografía 5.1-34	Cubos de Yumbolon.....	57
Fotografía 5.1-35	Construcción de Pantalla.....	57
Fotografía 5.2.1-1	<i>Materiales y elementos a utilizar en el desarrollo de la actividad 1.59</i>	
Fotografía 5.2.1-2	<i>Patrón de difracción observado por perturbación del agua con palos de balso.....</i>	60
Fotografía 5.2.1-3	<i>Patrón de difracción observado a través de una rendija lineal individual.....</i>	61
Fotografía 5.2.1-4	<i>Patrón de difracción percibido en sombras.....</i>	62
Fotografía 5.2.1-5	<i>Patrones de difracción observado a través de rendija única lineal que va aumentando su ancho.....</i>	63
Fotografía 5.2.1-6	<i>Patrones de difracción observados a través de una rendija lineal única cambiando la distancia de ésta a la pantalla.....</i>	64
Fotografía 5.2.2-1	<i>Materiales y elementos a utilizar en desarrollo de actividad No. 2...66</i>	
Fotografía 5.2.2-2	<i>Patrón de difracción observado a través de rendija doble con separación entre rendijas de 0,5 mm (5.1).....</i>	67
Fotografía 5.2.2-3	<i>Patrón de difracción observado a través de rendija doble con separación entre rendijas de 1 mm (5.2).....</i>	67
Fotografía 5.2.2-4	<i>Patrones de difracción observados a través de una rendija doble lineal paralela cuando varía la distancia de la pantalla a la rendija.....</i>	69
Fotografía 5.2.2-5	<i>Patrón de difracción observado con la utilización de luz Verde.....</i>	70
Fotografía 5.2.2-6	<i>Patrón de difracción observado con la utilización de luz roja.....</i>	71
Fotografía 5.2.3-1	<i>Materiales y elementos a utilizar en desarrollo de actividad No. 3...72</i>	
Fotografía 5.2.3-2	<i>Patrón de difracción observado a través de una rendija cuadrada....73</i>	
Fotografía 5.2.3-3	<i>Patrones de difracción observados a través de una rendija circular que varía sus dimensiones.....</i>	74
Fotografía 5.2.3-4	<i>Patron de difracción observado a atravez de rendija redonde de 1mm.....</i>	75
Fotografía 5.2.3-5	<i>Patron de difracción observado a atravez de rendija redonde de 2mm.....</i>	75

Fotografía 5.2.3-6	<i>Patrones de difracción observados a través de una rendija circular cuando varia la distancia de la pantalla a la rendija.....</i>	<i>78</i>
Fotografía 5.2.4-1	<i>Materiales y elementos a utilizar en desarrollo de actividad No. 4....</i>	<i>80</i>
Fotografía 5.2.4-2	<i>Patrones de difracción a través de rejillas que varían su frecuencia..</i>	<i>81</i>
Fotografía 5.2.4-3	<i>Patrones de difracción para una rejilla cuando varía la distancia de ésta a la pantalla.....</i>	<i>82</i>
Fotografía 5.2.5.1	<i>Materiales y elementos a utilizar en el desarrollo de la actividad 5..</i>	<i>83</i>
Fotografía 5.2.5.2	<i>Patrones de difracción observados a través de rendijas lineales únicas construidas con cabello.....</i>	<i>84</i>
Fotografía 5.2.5.3	<i>Patrones de difracción observados a través de rejilla construida con CD.....</i>	<i>86</i>

Lista de gráficas

	Pág.
Gráfica 4-1 <i>Distribución de la intensidad de la luz para un diagrama de difracción de una rendija única de ancho a.....</i>	20
Gráfica 4-2 <i>Distribución de intensidad de la luz para un patrón de difracción de Fraunhofer de una sola rendija.....</i>	23
Gráfica 4-3 <i>Distribución de irradiancia para una abertura cuadrada.....</i>	25
Gráfica 4-4 <i>El patrón de Airy.....</i>	27
Gráfica 5.2.1-1 <i>Distribución de intensidad de luz a través de una sola rendija.....</i>	62
Gráfica 5.2.2-1 <i>Intensidades en un proceso de difracción e interferencia con la utilización de una rendija doble.....</i>	68
Gráfica 5.2.2-2 <i>Longitudes de onda de luz roja y verde.....</i>	71
Gráfica 5.2.3.1 <i>Distribución de intensidad de la luz para una rendija circular.....</i>	76

Lista de figuras

	Pág.
Figura 4-1 <i>Difracción de la luz al pasar por una ranura de anchura a</i>	18
Figura 4-2 <i>Fuente lineal coherente</i>	21
Figura 5-1: Yumbolon utilizado para embalaje.....	33
Figura 5-2 Rendijas y rejillas construidas en Corel.....	55

Introducción

Actualmente se evidencia fácilmente que en la educación que los estudiantes de básica secundaria están recibiendo, es una formación en ciencias que no permite la construcción de conceptos, ya que el trabajo realizado en el aula en su mayoría se basa en la repetición de teorías y memorización de ecuaciones, dejando a un lado las prácticas experimentales que orientan a los estudiantes hacia la observación, la argumentación, la aclaración y afianzamiento de conceptos y lo que es más importante al entendimiento profundo de los fenómenos de la naturaleza que los rodea. Así, la formación en ciencias está siendo dirigida hacia la creación de un desinterés y por ende falta de motivación por parte no solo de quien dirige el trabajo en el aula, sino del estudiante que cada vez le ve menos sentido a su estudio.

Por consiguiente nace la necesidad de empezar a establecer propuestas en busca de métodos de enseñanza que no sean tan solo un ejercicio meramente transmisionista de saberes enciclopédicos, sino que antes bien se articule con la cotidianidad a través de estrategias que le permitan construir conceptos, como la experimentación, brindándole al estudiante espacios donde tenga la oportunidad de afirmar, comprobar y reafirmar teorías o invalidarlas y generar nuevos modelos explicativos del mundo que le rodea. Así, el docente de ciencias como agente de cambio debe buscar innovar con métodos dentro del aula los cuales le otorguen el papel de validez al objeto de estudio de la ciencia, al final, los resultados de un estudiante crítico, con concepciones nuevas, capaz de trabajar en grupo con el fin de resolver un problema es más prolífico que aquel que se ha memorizado una serie de leyes y fórmulas que en un momento de la vida estuvieron en boga y quizás continúan así, pero que la forma de abordarlas están alejadas de su entorno inmediato y por lo tanto le son indiferentes.

Con la intención de puntualizar aspectos relevantes a tener en cuenta en la construcción de la presente propuesta, se realizaron varias encuestas no estructuradas a los estudiantes de los primeros tres semestres de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia (Sedes Bogotá y Caribe), que tienen como trabajo la orientación a estudiantes en el área de la Física en varias instituciones educativas tanto en Bogotá y sus alrededores, como en las islas de San Andrés y Providencia, específicamente en el campo de la óptica, a través de las cuales se identificaron los siguientes problemas comunes:

La mayor parte del tiempo establecido para trabajar en el aula conceptos relacionados con la óptica, es invertido en la orientación de la óptica geométrica.

- ▲ La parte correspondiente a la óptica ondulatoria es trabajada al interior del aula en promedio en un 1% aproximadamente.
- ▲ Cuando se desarrolla el tema de óptica ondulatoria se realiza en su mayoría con un trabajo meramente teórico, esto implica que la construcción conceptual es deficiente o nula.
- ▲ La parte experimental es prácticamente nula y cuando ésta se realiza, no está encaminada a aclarar conceptos, sino mayormente a la verificación de teorías.
- ▲ Desmotivación de parte de los docentes y estudiantes para innovar en estrategias de enseñanza-aprendizaje en el área de las ciencias naturales, especialmente de la física. Problemas que pueden ser consecuencia de:
 - γ La escasa o nula existencia de material y equipo para experimentación en los laboratorios de los colegios.
 - γ Cuando en los laboratorios de física de los colegios existe algún material y/o equipo pertinente para el desarrollo del tema de la óptica ondulatoria, muchos de los docentes encargados no tienen la capacitación suficiente para el manejo del equipo.
 - γ El diseño curricular de las asignaturas de secundaria, especialmente de física, normalmente no contempla los tiempos suficientes para adelantar en paralelo los contenidos teóricos y los contenidos experimentales, básicamente por la alta densidad temática y por la baja intensidad horaria semanal.
 - γ La no existencia en la articulación entre las estrategias de enseñanza en matemáticas y en física a nivel de secundaria, no permite que el estudiante adquiera una formación integral entre las ciencias naturales y las ciencias exactas.
 - γ Dado que el docente de secundaria no tiene la suficiente preparación, ni la suficiente motivación para el estudio del tema, en muchas ocasiones cuando realiza consultas bibliográficas, no alcanza a identificar las falencias de las mismas, en cuanto a metodología, conceptos, etc., por lo tanto se limita a transmitir a sus estudiantes la información tal como está en los libros, sin realizar una detallada revisión y una juiciosa crítica, esto tiene las consecuencias obvias para el estudiante de un aprendizaje de bajo nivel.
 - γ Aunque eventualmente el docente de secundaria pueda manejar medianamente los conceptos involucrados en la exposición de un tema específico, no siempre tiene conocimiento de las diferentes estrategias que tiene a su alcance para su enseñanza o en otras ocasiones aunque conozca las estrategias, no siempre está dispuesto a implementarlas por diferentes

- γ factores relacionados con la responsabilidad y la ética inherentes a la labor docente.
- γ Dado que en la mayoría de ocasiones el docente de secundaria no conoce a fondo las posibles aplicaciones del fenómeno de la difracción que en la vida
- γ diaria se presentan, eso lo limita para motivar a los estudiantes a profundizar en el tema.

Muy posiblemente algunas de las razones anteriormente expuestas tienen un trasfondo que es difícil de develar y que en muchos casos el docente de secundaria está dispuesto a asumir en su totalidad y es la escasa o nula preparación disciplinar del docente en el tema de óptica ondulatoria.

También, se realizó una revisión bibliográfica con varios textos utilizados como guía por los docentes de básica secundaria en diferentes Instituciones Educativas Distritales, en diversas localidades de la ciudad en el trabajo en el aula con estudiantes de décimo y undécimo grado, de donde se concluyó que el común denominador establecido es que el orden utilizado en la introducción y construcción del tema no es el más pertinente, existe pobreza en la parte experimental (cuya finalidad es aclarar conceptos) y no existe una intención para motivar al estudiante a descubrir, interiorizar, construir y aplicar el concepto, en varios libros el concepto de difracción se menciona en uno o dos párrafos del capítulo correspondiente a óptica quitándole importancia a un concepto que en la óptica ondulatoria es fundamental.

Existen en la red diversos plugins¹ y applets² que ofrecen ayudas didácticas, pero su utilización también tiene limitaciones por la falta de motivación y preparación disciplinar del docente y porque no permiten por si solos la confrontación de preconceptos entre estudiantes, su utilización es más eficiente como una alternativa de afianzamiento y no como una forma significativa de construir conceptos.

Diferentes propuestas de aprendizaje que se han estructurado con la intención de optimizar el proceso de aprendizaje de los estudiantes, buscan darle solución a problemas de aprendizaje mencionados anteriormente y producidos en su mayoría por la enseñanza tradicional o de transmisión de conceptos. El “aprendizaje por resolución de problemas” se basa en el diseño de problemas contextualizados con el entorno en que el estudiante desarrolla su proceso de aprendizaje y que permiten que a través de su solución, se trabajen y optimicen habilidades de comunicación, trabajo colaborativo y la motivación por la autoformación e investigación. Pero esta clase de trabajo, no tiene en

¹ Link de descarga (ejemplo) Phet: <http://phet.softonic.com/descargar>.

² Link de descarga (ejemplo) Applet: <http://es.downv.com/install-Difracci%F3n-de-Applet-10388865.htm>

cuenta que no todos los estudiantes tienen la capacidad de desarrollar la habilidad de resolver problemas de manera sistemática, y por ende empiezan a repetir soluciones de problemas ya trabajados sin ser capaces de darle solución a problemas que les exijan razonamientos diferentes. El “aprendizaje por descubrimiento” se caracteriza por guiar al estudiante hacia el análisis de información y establecimiento de características de situaciones que se le presentan, con la intención de que pueda darle una mirada más profunda a la información presentada y pueda solucionar problemas satisfactoriamente, motivándolo a descubrir, indagar, analizar buscar nueva información y relaciones; pero, se le resta importancia a la enunciación de hipótesis, la parte experimental y al análisis de resultados. El aprendizaje activo centra su trabajo en la construcción de conceptos a partir del desarrollo de actividades que son diseñadas teniendo en cuenta el entorno del estudiante y sus preconceptos, permite que él establezca predicciones y luego las compare con los resultados experimentales, logrando así que a partir de sus observaciones argumente el cambio de sus creencias. Además, estimula el trabajo colaborativo entre estudiantes y así la construcción colectiva de conceptos; el docente es un guía del proceso de aprendizaje, que a través de material manipulable de fácil consecución y bajo costo los orienta hacia el descubrimiento a través de observaciones de los resultados de experimentos reales y sencillos mejorando significativamente el aprendizaje de la física.

Por lo anterior, la Metodología del Aprendizaje Activo (MAA), fue tomada en cuenta para construir la presente propuesta, ya que se considera que contribuye de una manera muy positiva a alcanzar los objetivos planteados ya que exige que el estudiante asuma la responsabilidad de trabajar para construir su propio conocimiento y que el docente se convierta en el facilitador y guía dentro de este proceso.

La propuesta está basada en un manual que guía al docente de secundaria a elaborar junto con sus estudiantes, los elementos de laboratorio involucrados en las prácticas experimentales con la utilización de material de bajo costo y fácil consecución y cinco prácticas experimentales, construidas para que el docente oriente a sus estudiantes hacia la construcción del concepto de difracción de una manera más eficiente y práctica, motivándolo al estudio de conceptos relacionados con ciencias de una manera más significativa de cómo se lograría con una metodología tradicional.

Aunque no es parte de los objetivos de este trabajo, a manera de prueba, esta propuesta fue implementada por un docente de secundaria con dos grupos de estudiantes del grado once de la Institución Educativa Distrital (I.E.D) Ricaurte de Bogotá; con los estudiantes de grado 1101 (un total de 40 estudiantes) el docente trabajó el concepto de difracción con la aplicación de la propuesta y con el grado 1102 (un total de 41 estudiantes) lo realizó de manera tradicional. El trabajo realizado evidenció notablemente que con la aplicación de la propuesta, los estudiantes mantuvieron una motivación que les permite participar activamente dentro de su proceso de formación, les es más fácil dar argumentaciones y éstas son más elaboradas, el trabajo en equipo les permite

retroalimentar ideas y el docente logró detectar más fácilmente estudiantes con dificultades particulares para poder guiarlos dentro del proceso.

Por otro lado, es importante mencionar que teniendo en cuenta el objetivo principal de la presente propuesta, la pertinencia de la utilización de la MAA en el trabajo en el aula para optimizar el proceso de aprendizaje de los estudiantes y los problemas identificados y mencionados anteriormente sobre la construcción de conceptos en física, se considera que los trabajos relacionados con la presente propuesta son:

- ▲ El trabajo titulado “La enseñanza de los fenómenos de óptica geométrica a estudiantes de undécimo grado desde la perspectiva del aprendizaje activo”³ que muestra el diseño de una propuesta construida a partir de talleres de aprendizaje activo, clases interactivas demostrativas (CID), test conceptuales y montajes experimentales con materiales de bajo costo y fácil consecución, la cual fue aplicada a estudiantes de grado once y evalúa el efecto del modelo ALOP (Active Learning in Optics and Photonics, talleres de aprendizaje activo en óptica y fotónica, promovidos por la UNESCO a nivel mundial) en relación con didácticas tradicionales.
- ▲ El trabajo titulado “Experiencias didactas para mejorar la comprensión del concepto de caída libre y demostrar la independencia de la masa en el tiempo de caída de los cuerpos en ausencia de la fuerza de rozamiento”⁴ que muestra la aplicación de una propuesta que utiliza material didáctico y experiencias de laboratorio enmarcadas dentro de la MAA.
- ▲ El trabajo titulado “Diseño y construcción de una herramienta didáctica enmarcada dentro de la metodología de aprendizaje activo para abordar algunos conceptos claves de óptica geométrica”⁵, el cual muestra una propuesta encaminada a construir conceptos de óptica geométrica, tales como: formación de imágenes en reflexión y refracción, índice de refracción a estudiantes de grado undécimo de secundaria a través de prácticas y guías de laboratorio realizados con elementos

³ Rojas Sánchez, G.A. (2011). *La enseñanza de los fenómenos de la óptica geométrica a estudiantes de undécimo grado desde la perspectiva del aprendizaje activo*. Universidad Nacional, Bogotá, Colombia.

⁴ Duran Rojas, N.P. (2011). *Experiencias didactas para mejorar la comprensión del concepto de caída libre y demostrar la independencia de la masa en el tiempo de caída de los cuerpos en ausencia de la fuerza de rozamiento*. Trabajo de grado no publicado. Universidad Nacional, Bogotá, Colombia.

⁵ Herrera Pérez, E.H. (2012). *Diseño y construcción de una herramienta didáctica enmarcada dentro de la metodología de aprendizaje activo para abordar algunos conceptos claves de óptica geométrica*. Trabajo de grado no publicado. Universidad Nacional, Bogotá. Colombia.

- ▲ de fácil consecución y manejo, enmarcados dentro de la *MAA*, (trabajo aún en proceso y dirigido por el profesor orientador de la presente propuesta).
- ▲ El trabajo titulado “aprendizaje activo aplicado a la enseñanza del fenómeno óptico de interferencia de la luz en el marco del proyecto ondas de Colciencias en la isla de San Andrés.”⁶, orientado hacia el conocimiento del fenómeno óptico teniendo en cuenta la investigación del mismo y en el desarrollo de actividades experimentales que se plantean utilizando la metodología de aprendizaje activo (*MAA*). Muestra la aplicación con maestros y estudiantes del programa ondas de Colciencias en la isla de San Andrés, Colombia (trabajo aún en proceso y dirigido por el profesor orientador de la presente propuesta).
- ▲ Actualmente se están iniciando otros dos trabajos basados en la *MAA* para el estudio de los fundamentos básicos de la holografía, a partir de los fenómenos de interferencia y difracción.

El presente trabajo está organizado de la siguiente manera: En el primer capítulo se presentan los objetivos generales y específicos de la propuesta. En el segundo capítulo se describen los aspectos pedagógicos tenidos en cuenta dentro de la construcción de la propuesta, resaltando la importancia de la **M.A.A.** dentro de la construcción de los conceptos físicos en el aula, como una alternativa que permite obtener resultados significativos dentro del proceso de formación del estudiante. En el tercer capítulo se hace una aproximación epistemológica al estudio del concepto de difracción, en donde se realiza un recuento de la concepción del concepto, su interés inicial por estudiar el fenómeno, los autores que intervinieron en el proceso de formalización y la importancia que este ha tenido en el estudio y desarrollo de la óptica. En el cuarto capítulo se resumen los referentes conceptuales relacionados con la parte disciplinar del concepto de difracción, en donde se describen formalmente los conceptos que se trabajarán en las diferentes actividades. En el quinto capítulo se describe y presenta la propuesta pedagógica mostrando inicialmente un manual dirigido al docente, para que de una manera sencilla guíe a sus estudiantes en el diseño y construcción de los elementos a utilizar en las prácticas experimentales con la utilización de material de fácil consecución y bajo costo y luego una secuencia de cinco actividades encaminadas a construir el concepto de difracción, que caracterizadas por utilizar la *MAA*, buscan optimizar la construcción del concepto. Por último, en el sexto capítulo, se muestran las conclusiones y recomendaciones finales, enriquecidas a partir de las experiencias que la construcción del trabajo permitió establecer junto con la aplicación informal que se realizó al grupo de estudiantes de grado once anteriormente mencionado.

⁶. Martin Calvo, J.F. (2012). *Aprendizaje Activo aplicado a la enseñanza del fenómeno óptico de interferencia de la luz en el marco del proyecto Ondas de Colciencias en la Isla de San Andrés*. Trabajo de grado en desarrollo. Universidad Nacional, San Andrés.

1. Objetivos

1.1. Objetivo general

Diseñar y construir una propuesta didáctica dirigida a los docentes de secundaria, basada en la Metodología de Aprendizaje Activo (MAA), que muestre de una manera eficiente y práctica como guiar al estudiante hacia la construcción del concepto de difracción, basándose en el desarrollo de prácticas experimentales realizadas con elementos de fácil consecución y bajo costo.

1.2. Objetivos específicos:

- 1.1 Diseñar para las prácticas experimentales, material de fácil consecución y bajo costo, que permita obtener y mostrar patrones de difracción de una forma eficiente.
- 1.2 Diseñar actividades que guíen el trabajo experimental enfocado a orientar a los docentes de secundaria, a construir con sus estudiantes el concepto de difracción, teniendo en cuenta la experimentación, la observación y la argumentación.
- 1.3 Realizar un manual de actividades para el docente de secundaria, que le permita utilizar la MAA en la enseñanza del concepto de difracción, facilitando así su labor en el aula y propiciando un cambio de visión de la enseñanza de la física y por ende un cambio de actitud en los estudiantes.
- 1.4 Mostrar algunas aplicaciones que tiene el concepto de difracción, teniendo en cuenta el entorno social en el que se desenvuelven los estudiantes con el fin de lograr que el trabajo sea motivante y significativo para ellos.

2.Aspectos pedagógicos

Considerando que el problema de la calidad de la educación en Colombia es uno de los temas más abordados por la Secretaria de Educación Nacional debido a la insatisfacción que existe en los niveles alcanzados de competencia en las diferentes pruebas, y que los factores que influyen en esta situación no sólo tienen que ver con la parte económica que afecta los recursos con los que cuentan los colegios, la intensidad horaria, la cantidad de estudiantes por aula, la desintegración familiar en nuestra sociedad, etc., sino además con la falta de herramientas pedagógicas con las que cuentan los maestros que dirigen las prácticas en el aula; el presente trabajo presenta una propuesta basada en la Metodología de Aprendizaje Activo (MAA) ya que se considera que ésta aporta herramientas valiosas para la enseñanza de la Física, ciencia que actualmente y en muchas ocasiones se ha visto notoriamente aislada y desconectada de la realidad ya que se le da un tratamiento tradicional y por ende restringido, centrado en el trabajo con lápiz y papel.

Así, y teniendo en cuenta que el objetivo principal de este trabajo es hacer un aporte a la solución del problema que actualmente afecta el proceso de aprendizaje de la física en la construcción del concepto de difracción en el aula, a continuación se describen los aspectos tenidos en cuenta (brindados por la MAA) durante la construcción de la propuesta.

La presente propuesta didáctica está conformada por cinco actividades enmarcadas dentro de la MAA. Dentro de esta metodología se desarrollan dos tipos de actividades: las denominadas *Clases Interactivas Demostrativas CID*, cuando la experiencia la hace el docente de manera demostrativa y la otra, los *Laboratorios de Aprendizaje Activo LAA*, en los cuales los experimentos los realizan los mismos estudiantes; en los dos tipos de actividades, desde elementos muy sencillos se exploran las bases fundamentales del fenómeno de la óptica ondulatoria denominado difracción.

Los principales pasos que se desarrollan en la *MAA*, son los siguientes:

1. **Planteamiento del problema por parte del docente:** Dependiendo de la finalidad deseada (puede ser la de introducir un nuevo concepto, puede ser la de reforzar un concepto ya enseñado, etc.) y del tipo de concepto que se quiera introducir, el docente plantea a sus estudiantes en forma clara y completa un problema o una situación que permitirá que el estudiante se cuestione y, si fuera necesario, lo realiza sin proyectar el resultado del experimento. El problema planteado debe propiciar en el estudiante a través de la motivación, una actitud y participación activa durante el trabajo en clase.
2. **Predicciones individuales:** A partir del problema planteado por el docente, se le deben también plantear al estudiante algunas preguntas a manera de predicción, de tal forma que él se vea inducido a pensar, a recordar cosas de su vida cotidiana a predecir situaciones hipotéticas que se desprendan del problema planteado, a identificar variables, a proponer relaciones entre las variables, pero de ninguna manera deban calcular o recordar cosas complicadas. Los estudiantes deben anotar su predicción individual en la Hoja de Predicciones, la cual será recogida al final de la clase y donde el estudiante debe poner su nombre. Se debe asegurar a los estudiantes que estas predicciones no serán evaluadas, aunque una parte de la nota final del curso puede ser asignada por la simple asistencia a las *CID* o a las *LAA*.
3. **Discusión predicciones de grupo:** Los estudiantes discuten sus predicciones en un pequeño grupo de discusión con los 2 o 3 compañeros más cercanos. Este paso es relevante porque el trabajo en grupo es muy importante porque permite que se den varias retroalimentaciones, ya que cada estudiante debe defender sus observaciones con criterio y a su vez aportar a las de los demás, tratando de llegar a consensos, esto permite evidenciar algunas de las ventajas del aprendizaje colaborativo.
4. **Socialización predicciones de grupo:** El docente obtiene las predicciones más comunes de toda la clase.
5. **Registro de predicciones de grupo:** Los estudiantes registran la predicción final en la Hoja de Predicciones.
6. **Realización de la práctica:** En las *CID* El docente realiza la demostración mostrando claramente los resultados. En las *LAA* los estudiantes realizan el experimento evidenciando claramente los resultados.
7. **Resultados y discusión:** Se pide a algunos estudiantes que describan los resultados y que los discutan en el contexto de la demostración. Los estudiantes anotan estos resultados en la Hoja de Resultados, la cual se llevan para estudiar.
8. **Síntesis y extrapolación de resultados:** Los estudiantes (o el docente) discuten situaciones físicas análogas con diferentes características superficiales (o sea, diferentes situaciones físicas), pero que responden al mismo concepto(s) físico.

El problema que plantea el docente al inicio de la sesión debe ser claro y perfectamente planeado para que con el posterior experimento, el resultado sea contundente y confirme o refute las predicciones sin duda alguna (Sokoloff, 2006).

Las predicciones son la base para el desarrollo de la clase, estas deben ser claras, enfocadas a averiguar lo que los estudiantes saben del concepto, deben tener palabras comunes para el estudiante y deben partir de un problema puntual, generalmente y en la presente propuesta las predicciones se presentan en una hoja que el estudiante debe desarrollar de manera individual, posterior al registro de las predicciones individuales es importante dividir la clase en grupos de dos o tres estudiantes para que discutan las predicciones individuales, nombrando previamente un relator y consignando los consensos de grupo por escrito, sin caer en el error de consignar los criterios del relator, sino los consensos del grupo. En el siguiente momento, la realización del experimento, en las *CID* el docente debe realizar claramente la experiencia mostrando los resultados que previamente había planeado evidenciar a los estudiantes, en las *LAA* cuando los estudiantes realizan el experimento, deben ser orientados por el docente a evidenciar el resultado en forma contundente, este es el momento más importante de la clase, en ello radica el éxito o fracaso de la misma, esto requiere un alto grado de compromiso por parte del docente. Finalmente viene el análisis de los resultados, este también se realiza en una hoja (llamada hoja de resultados) y debe exponerse a la clase, esto se puede hacer en grupos o individualmente en una mesa redonda. Uno de los mayores aportes de la *MAA* es que las predicciones y los resultados son documentados por el estudiante, es decir el estudiante es protagonista de su proceso de aprendizaje, además en cualquier momento puede consultar su trabajo.

Se hace notar que en los pasos 7 y 8 la tarea del docente es hacer que sean los estudiantes los que proporcionen las respuestas deseadas. El docente debe tener previamente una “agenda” bien definida, guiando la discusión hacia los puntos centrales de cada *CID* o *LAA*.

Debe además evitar “enseñar” a los estudiantes. La discusión debe utilizar los resultados experimentales como la fuente del conocimiento acerca de la demostración planteada. Solo en caso de que los estudiantes no hayan discutido todos los puntos que sean importantes, el profesor puede aportar para llenar lo faltante.

El trabajo del profesor en la *MAA*, es muy importante ya que él es quien previamente ha decidido qué interrogantes debe contestar el estudiante en el momento de las predicciones.

La *MAA* permite que los estudiantes exploren el mundo que los rodea, la interacción con sus compañeros y maestro hace que le den un sentido positivo al trabajo dentro de su proceso de formación. El estudiante tiene más oportunidades para plantear y defender sus puntos de vista, ser más independiente y crítico. El docente se convierte en un guía dentro del proceso, eliminando la tensión y el miedo que acompaña a la mayoría de

estudiantes cuando se tienen que enfrentar a una clase que no siempre despierta sus intereses.

Algunas ideas importantes alrededor de esta metodología son:

- γ La participación de los estudiantes dentro de su proceso de aprendizaje debe ayudar al docente para que identifique dificultades particulares y pueda intervenir apropiada y oportunamente para hacer aclaraciones significativas para ellos, sin llegar a retomar su papel de dueño del conocimiento, sino como facilitador de él.
- γ El tiempo que requiere desarrollar una actividad con la MAA es más grande comparada con el tiempo empleado por los métodos tradicionales, sin embargo en los resultados que se obtienen con esta clase de trabajo, se puede evidenciar que los estudiantes realmente construyen conceptos y se evita lo que ocurre normalmente cuando los estudiantes sólo los estudian para pasar una evaluación con el fin de demostrar que los manejan y luego los olvidan en un par de semanas o en el peor de los casos en unos cuantos días.
- γ El propiciar que los estudiantes piensen antes de hacer cualquier explicación permite que se tengan en cuenta los preconceptos que tienen, sus experiencias al respecto, las ideas relacionadas, etc.
- γ Se deben establecer definiciones partiendo de las explicaciones dadas por los estudiantes intentando mantener el vocabulario utilizado por ellos para propiciar que el trabajo sea para ellos significativo.
- γ Es conveniente propiciar diferentes socializaciones para discutir respuestas y comparar los conceptos previos de los estudiantes con los establecidos después del trabajo experimental en el aula o fuera de ella.
- γ Hay que tener en cuenta que las primeras actividades hacen que los estudiantes adquieran habilidades para desarrollar esta clase de trabajo; por eso deben planearse con mucha anticipación, con detenimiento y cuidando todos los detalles para garantizar que el experimento muestre de manera contundente lo que el docente quiere mostrar, ya que desde un inicio el estudiante debe motivarse a trabajar de esta manera.
- γ El trabajo en grupo es muy importante porque permite que se den varias retroalimentaciones, ya que cada estudiante debe defender sus observaciones con criterio y a su vez aportar a las de los demás, tratando de llegar a consensos, esto permite evidenciar algunas de las ventajas del aprendizaje colaborativo.

- γ En la planeación de actividades se debe tener en cuenta que el trabajo con material manipulable, hace que los estudiantes no dispersen su atención ya que se sienten motivados y esto permite que el trabajo sea dinámico y por ende productivo.
- γ Generar que los estudiantes hagan descubrimientos, los expliquen y argumenten los estimula e impulsa a establecer relaciones y construir conceptos y definiciones.

3. Aproximación epistemológica al estudio de la difracción

A inicios del siglo XIX (1801, Francia) se estableció una explicación ondulatoria de los fenómenos ópticos como un desacuerdo con la teoría corpuscular adoptada por la mayoría de físicos desde la época de Newton hasta más de 100 años después⁷, luego y a mediados de este siglo, aparecieron nuevos argumentos a favor de esta teoría (Einstein & Infeld, 1986).

La teoría corpuscular niega la posibilidad de que la luz pueda bordear un obstáculo o un cuerpo opaco, a diferencia de la teoría ondulatoria que gracias a los trabajos desarrollados por Agustín Fresnel⁸ (hacia 1820), logró sustentar sus planteamientos, determinar nuevas consecuencias acerca de la teoría de la luz y mostrar que la teoría corpuscular no podía dar cuenta de fenómenos como el de interferencia y difracción (Einstein & Infeld, 1986).

En los primeros años, se estudió con una gran fuerza la nueva teoría para hacer su introducción, ya que aunque desde el siglo XVII gracias al trabajo de Christian Huygens (1628 – 1695)⁹ se conocía una explicación ondulatoria de la luz¹⁰, no se lograban avances significativos al respecto, hasta que Thomas Young (1773 – 1829)¹¹ inició sus explicaciones acerca de la interferencia (Gil, 1934).

En 1815 Fresnel inicia sus estudios sobre la difracción a través de la explicación basada en la teoría ondulatoria de la luz y gracias a esto 10 años después la teoría corpuscular

⁷ Época en la que el programa de la óptica se consideraba privilegiado por los resultados obtenidos y en donde la teoría corpuscular cada vez se confirmaba más.

⁸ Físico francés que realizó estudios y aportes significativos a la teoría de la óptica ondulatoria teniendo en cuenta la parte teórica y experimental.

⁹ Astrónomo, físico y matemático holandés quien permanentemente sostuvo discusiones científicas con Newton entre ellas la teoría corpuscular de la luz y la ley de gravitación universal.

¹⁰ Cuando él publicó su “Tratado de la luz” en donde sugirió que existía una sustancia llamada éter que saturaba el espacio y la materia y que en el éter la luz se transmitía a través de ondas.

¹¹ Científico inglés que junto con el físico suizo Euler (1707 – 1733) establecieron los principios básicos de la teoría ondulatoria.

fue desplazada por la ondulatoria. Así; el acogimiento de la nueva teoría fue exitosa, en 1825 se convirtió en la única teoría enseñada como la verdadera explicación de los fenómenos luminosos, permitiendo durante este proceso que la física se empezara a constituir como una disciplina moderna (Saldaña, 1983).

Arago¹², quien hacia parte del grupo de seguidores y defensores de la teoría corpuscular, inició el abandono de dicha teoría en el año de 1811 cuando escribió su “Memoria sobre los colores de las láminas delgadas” y en el año de 1814 cuando da una explicación “Sobre el centelleo” de las estrellas utilizando el principio de interferencia; luego él resulta ser uno de los principales personajes que difunde la teoría; sin su intervención tal vez las ideas de Fresnel no se hubieran tenido en cuenta o se hubieran dejado olvidadas como ocurrió con Young¹³ (Saldaña, 1983).

Arago con su orientación permitió que Fresnel que era un científico francés desconocido lograra reconocimiento por sus estudios; Cuando Fresnel publicó la “memoria de la difracción” (1815), el escrito en realidad no tenía ningún aporte novedoso, ya que él sin que lo supiera¹⁴, se basaba en los descubrimientos y observaciones que Young ya había descubierto y que gracias a Arago adquiriría relevancia. Fresnel estaba trabajando e investigando cosas que ya habían sido estudiadas pese a que aconsejado por Arago, había iniciado el estudio el fenómeno de difracción de la luz documentándose con varias lecturas de óptica (Saldaña, 1983).

Por tanto, Arago que había declarado hacer todo lo posible para mostrar la pertinencia de la teoría ondulatoria de la luz y defenderla, consiguió un permiso especial para ubicar a Fresnel en Paris (1816) para que pudiera realizar experimentos en mejores condiciones de las que él le podía dar. Y después de muchos experimentos realizados (sugeridos también por Arago), Fresnel realizó el que debería mostrar que las franjas avanzan hiperbólicamente, experimento decisivo que produjo que los dos¹⁵, complementaran “La primera memoria sobre la difracción” del 10 de noviembre de 1815 y que Arago anunciara la observaciones de Fresnel de las franjas interiores y de un nuevo método para observarlas a la Academia de ciencia, con la intención de que lo apoyaran para que aplicara su teoría a otros fenómenos. Así, la academia aprobó y adoptó las conclusiones y un mes más tarde Arago logró publicar la memoria para la sección de física y química

¹² Matemático, físico, astrónomo y político francés.

¹³ Young a través de sus investigaciones realizó varios aportes importantes como: La caracterización de los tubos sonoros y los “anillos de Newton” como fenómenos ondulatorios, el descubrimiento del principio de interferencias y otros que no fueron recibidos de una manera positiva y por lo cual él al ver que ni siquiera la respuesta a los ataques que recibía eran tenidas en cuenta, desdó aislarse completamente.

¹⁴ Fresnel había iniciado estudios para encontrar una teoría que pudiera explicar satisfactoriamente la teoría aceptada de la materialidad del calórico y de la luz y no estaba preparado para realizar investigaciones relacionadas con la teoría de la luz y por ende no conocía los trabajos de sus antecesores.

¹⁵ Fresnel y Arago

de la revista “*Annales de chimie et de Physique*” haciendo que la teoría ondulatoria por primera vez se diera a conocer públicamente en Francia (Saldaña, 1983).

Fresnel había descubierto las trayectorias curvilíneas y Arago había utilizado esto como un arma contundente en contra de la teoría corpuscular. Luego, varios se unieron a la causa como Petit, Ampere y Gay Lussac¹⁶. Arago y Petit inclusive realizaban experimentos que se oponían a concepciones corpusculares las cuales el mismo Arago había obtenido anteriormente sobre la refracción de los gases¹⁷. En consecuencia, se produjo que los opositores de la teoría ondulatoria empezaran a preparar los argumentos para combatir éste ataque conceptual y que en Francia se empezara a preparar un premio de física donde el tema era difracción (Saldaña, 1983).

La escuela emisionista¹⁸ empezó a buscar argumentos para demostrar que también se podía describir el fenómeno de difracción a través de la teoría corpuscular, pero, no lograban explicar la trayectoria de las franjas de difracción hiperbólicas observadas por Young, Fresnel y Newton; Biot describía trayectorias rectilíneas y argumentaba que era imposible hacerlo de otra manera¹⁹ (Saldaña, 1983).

Por otro lado, Fresnel defendió la teoría ondulatoria mostrándola como una alternativa y como una teoría que podía relacionar diferentes fenómenos a partir de un principio general e hizo la comparación con la teoría corpuscular argumentando que ésta necesitaba de nuevas hipótesis para cada fenómeno (Saldaña, 1983).

De esta manera y después de fuertes y extensos debates, le fue otorgado el premio a Fresnel y su triunfo ocasionó que sus adversarios como Laplace²⁰ dejaran de ignorar el

¹⁶ Físicos Franceses

¹⁷ “Sur les Puissances Réfractives et Dispersives de Certain Liquides et des Vapeurs ou'ils Forment”. leído en el Instituto el 11 de diciembre de 1815. *Annales de Chimie et de.* vol. 1 (1816) pp. 1-9. Sobre la concepción corpuscular sostenida por Biot en el trabajo que realizó conjuntamente con Biot sobre la refracción gaseosa, véase: Saldaña.

¹⁸ O corpuscularista

¹⁹ Físico, Astrónomo y Matemático Francés.

²⁰ Físico, matemático y astrónomo inglés. Había conformado el grupo de científicos jóvenes que debían desarrollar la investigación estructurada y centralizada que había alcanzado éxitos teóricos llamada en esa época la física de estilo “Laplaciano” cuyos principios fundamentales eran los de la doctrina Newtoniana.

principio de las interferencias en la aplicación del fenómeno de difracción (Saldaña, 1983).

A pesar del triunfo de Fresnel y Arago, las discusiones continuaron porque todavía faltaba dar explicaciones a fenómenos como el de la polarización y aprovechando esta situación, los adversarios que quedaban a favor la nueva teoría, luchaban para no admitir su derrota, lucha a la que en vano le gastaron mucho tiempo ya que no produjo los resultados esperados por ellos (Saldaña, 1983).

Por otro lado, varios científicos animados por la teoría ondulatoria quisieron empezar a realizar estudios en otras ramas de la física y la química logrando hallar nuevos descubrimientos y observaciones realizados por Petit y Dulong sobre la teoría del calor, por Dulong sobre la introducción de la teoría atómica en química, por Ampere sobre la electrodinámica y de Sophie Germain sobre las superficies elásticas (Saldaña, 1983).

Más tarde, se fueron presentado varios éxitos relacionados con la óptica, como el de Fresnel que explicó el fenómeno de polarización y su introducción a la noción de “Vibración transversal” de las ondas en un éter dotado de propiedades muy peculiares.

4.Aspectos disciplinares

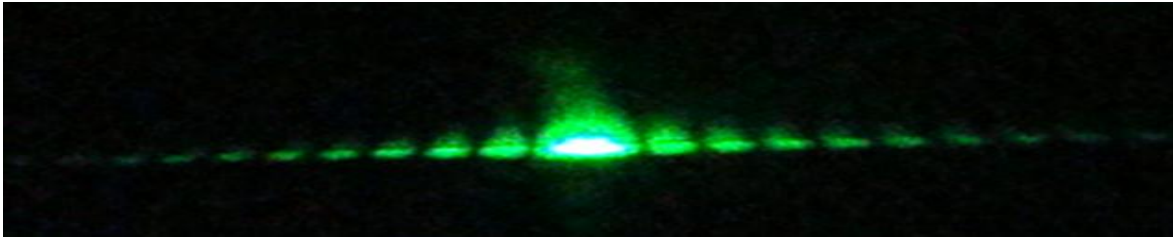
4.1 Definición

Cuando ondas que se dispersan al propagarse, pasan a través de una abertura o por el borde de un obstáculo, se doblan en cierta medida hacia la región que no está directamente expuesta a la fuente de producción de ellas, a este fenómeno se le llama difracción. “Los varios segmentos del frente de onda que se propagan más allá del obstáculo interfieren para producir la distribución de densidad de energía particular conocida como patrón de difracción” (Rodriguez & Virgós, 1984, p. 211). Si en el camino que recorre la onda, se altera la fase o la amplitud de ella en alguna de sus regiones, se va a producir dicho fenómeno; y es la óptica ondulatoria por fundamentarse en propiedades ondulatorias quien puede dar explicación este fenómeno.

El grado de difracción depende del tamaño de la longitud de onda comparado con las dimensiones de la abertura u obstáculo. Esto explica la razón por la cual la difracción de las ondas acuosas y las sonoras se evidencian fácilmente en la naturaleza, por ejemplo, es posible escuchar cualquier sonido que proviene de una persona que está detrás de nosotros o a la vuelta de la esquina gracias a que el sonido tienen características de onda, pero no ocurre con la misma facilidad con la difracción de la luz, ya que el fenómeno no se percibe cuando la luz pasa por un abertura mucho mayor que su longitud de onda.

4.2 Patrón de difracción a través de una rendija única

El patrón de difracción que forma la luz monocromática de ondas planas (rayos paralelos) cuando atraviesa una rendija larga y angosta (rectangular) está formado de una banda central brillante intensamente iluminada (llamada máximo central), que puede ser más amplia que el ancho de la rendija, con una serie de franjas oscuras (mínimos laterales) y brillantes alternas que van perdiendo su intensidad (Ver fotografía No. 1).



Fotografía 4-1. Patrón de difracción a través de una rendija única.

Aproximadamente el 85% de la potencia de la luz que proviene de la fuente puntual se encuentra en la banda central brillante de orden cero (máximo central), y su ancho es inversamente proporcional al ancho de la ranura (Sears, Zemansky, Young & Friedman, 2005).

Teniendo en cuenta el principio de Huygens, “cada parte de la rendija se comporta como una fuente de ondas. Por tanto, la luz de una parte de la rendija puede interferir con la de otra parte”, la intensidad resultante en la pantalla depende de la dirección θ (Serway & Jewett, 2004, p.354).

Cada punto de la rendija puede ser considerado como una fuente de ondas secundaria cilíndricas.

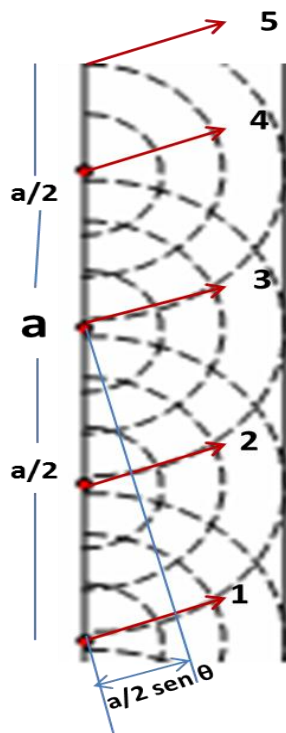


Figura No. 4-1 Difracción de la luz al pasar por una ranura de anchura a

De esta manera, se puede calcular la intensidad resultante en un punto **P** de la pantalla sumando las contribuciones de las ondas individuales cilíndricas, teniendo en cuenta sus fases y amplitudes.

Todas las ondas originadas en la rendija están en fase. Teniendo en cuenta las ondas 1 y 3 que se originan en el extremo inferior y en el centro de la rendija respectivamente, para alcanzar un punto P sobre la pantalla, la onda 1 recorre más distancia que la onda 3, esa diferencia en distancia es $\frac{a}{2} \text{sen } \theta$, donde **a** es la anchura de la rendija. Igualmente, sucede para cualquier par de ondas que se originan en puntos separados por la mitad de la rendija $\frac{a}{2}$, Ahora, si la diferencia entre el camino de las dos ondas, es exactamente la mitad de su longitud de onda, las ondas se anulan produciendo una interferencia destructiva que en el patrón de difracción se evidencia como una franja oscura (mínimo de intensidad). En general, las ondas interfieren destructivamente cuando (Serway & Jewett, 2004, p.355):

$$\frac{a}{2} \text{sen} \theta = \frac{\lambda}{2}, \text{ o cuando, } \text{sen} \theta = \frac{\lambda}{a}$$

Si se tienen en cuenta las ondas originadas por cuatro puntos, en lugar de dos, se evidencia también una zona oscura cuando:

$$\text{sen} \theta = \frac{2\lambda}{a}$$

Y si ahora se tienen en cuenta seis puntos, se observa que en la pantalla también hay una zona oscura cuando:

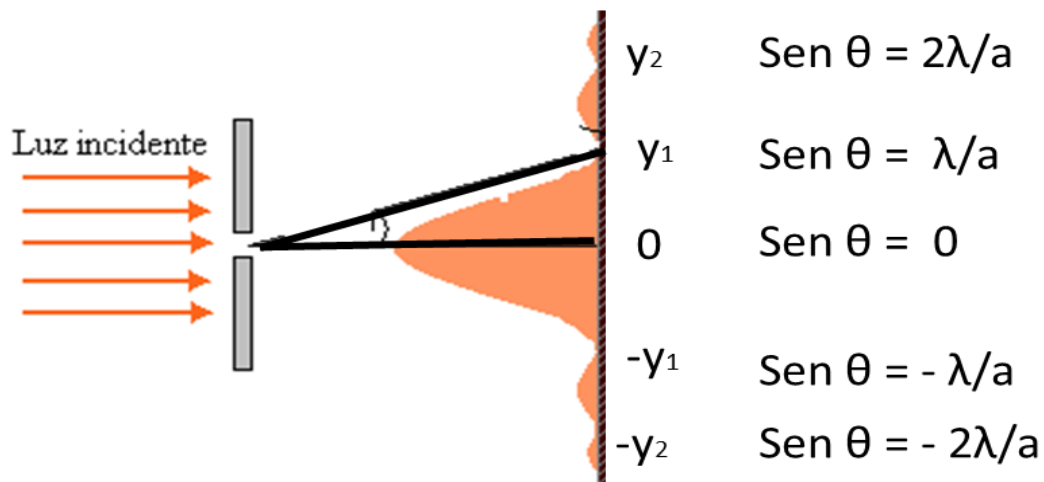
$$\text{sen} \theta = \frac{3\lambda}{a}$$

Por tanto, la condición para que se produzca una interferencia destructiva es:

$$\text{sen} \theta_{\text{oscuro}} = m \frac{\lambda}{a} \quad (m = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots)$$

El signo \pm nos indica que existen franjas simétricas oscuras arriba y abajo del máximo central.

La distribución de la intensidad de la luz para un diagrama de difracción de una rendija única de ancho **a** es (Serway & Jewett, 2004, p.354):



Gráfica 4-1 Distribución de la intensidad de la luz para un diagrama de difracción de una rendija única de ancho a .

4.3 Difracción de Fraunhofer y Fresnel

Si se ilumina una rendija con una fuente puntual y el plano de observación es una pantalla paralela ℓ que se encuentra a una distancia muy cerca, con unas franjas a cada extremo de ella. Este fenómeno se conoce como *difracción de Fresnel o de campo cercano*. En la medida que se mueva cada vez más lejos la pantalla ℓ , las franjas del patrón se van esparciendo continuamente hasta que se deja de ver la imagen de la rendija, y de ahí en adelante cambia el tamaño del patrón y no su forma. Este fenómeno es llamado *difracción de Fraunhofer o de campo lejano* (Hecht, (1974).

Anteriormente se mencionó que cuando la luz pasa a través de una abertura, cada punto emite una ondita esférica, ésta se puede describir como (Hecht, (1974):

$$E = \left(\frac{\epsilon_0}{r} \right) \sin(\omega t - kr)$$

Como se puede observar, la amplitud depende del inverso de r , entonces la cantidad ϵ_0 es la potencia de la fuente.

Por lo anterior, si la abertura está dividida en N osciladores puntuales coherentes y suponemos que N es extremadamente grande y la separación entre ellas muy pequeña, un segmento Δy_i tomado del conjunto de osciladores puntuales contendrá $\Delta y_i (N/D)$ fuentes, donde D es la longitud completa del conjunto (ver figura 4). Si La distancia D de la abertura, se divide en M segmentos Δy_i , la afectación del segmento i a la intensidad del campo eléctrico en P es (Hecht, 1974):

$$E = \left(\frac{\varepsilon_0}{r_i} \right) \text{sen}(\omega t - kr_i) \left(\frac{N \Delta y_i}{D} \right)$$

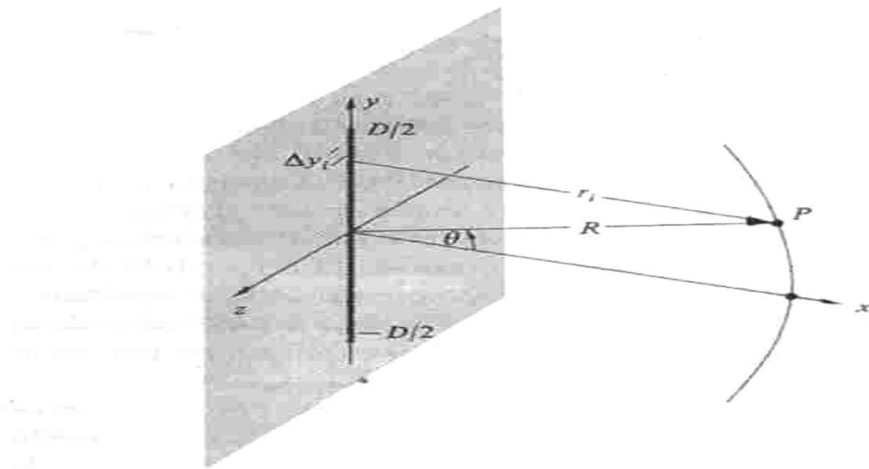


Figura 4-2²¹ Fuente lineal coherente.

Teniendo en cuenta que Δy_i debe ser un segmento muy pequeño para que la diferencia relativa de fase de los osciladores puntuales entre ella sea despreciable y sus campos se sumen constructivamente. Para una fuente lineal continua Δy_i se puede hacer infinitesimal ($M \rightarrow \infty$) y entonces, la suma de la energía que sale de cada oscilador, sería (Hecht, (1974):

$$E = \varepsilon_L \int_{-D/2}^{D/2} \frac{\text{sen}(\omega t - kr)}{r} dy \quad (1)$$

donde ε_L es una constante que representa la potencia de la fuente por unidad de longitud de la abertura, $r = r(y)$ y la distancia que existe entre la abertura y la rendija es lo que permite hacer una distinción entre la difracción de Fraunhofer y de Fresnel.

²¹ Imagen recuperada de Hecht Zajac, (1974). *Óptica*. (Única edición en español). E.U.A: Printed in Usa.p.357.

4.3 Difracción de Fraunhofer

Si suponemos que la distancia de la rendija única a la pantalla, es muy grande, entonces en (1), $r(y)$ nunca se desviaría apreciablemente de su valor medio R y la cantidad (ε_L / R) en un punto P sobre la pantalla es esencialmente constante para todos los elementos dy . De esta manera se deduce que el campo en P gracias al segmento dy de la fuente es (Hecht, 1974, p.358):

$$dE = \frac{\varepsilon_L}{R} \text{sen}(\omega t - kr) dy \quad (2)$$

Donde (ε_L / R) es la amplitud de la onda.

Al desarrollar a $r(y)$ en series de Maclaurin se obtiene la expresión (Hecht, 1974):

$$r = R - y \sin \theta + (y^2 / 2R) \cos^2 \theta + \dots \quad (3)$$

Donde θ se mide desde el plano xz de la figura 2. Tomando solamente los primeros dos términos de la expansión (3) y sustituyendo en (2) dentro del argumento de la función seno se obtiene (Hecht, 1974):

$$E = \varepsilon_L \int_{-D/2}^{+D/2} \frac{\text{sen}[\omega t - k(R - y \sin \theta)]}{r} dy$$

Al resolver la integral se obtiene:

$$E = \frac{\varepsilon_L D}{R} \frac{\text{sen}[(kD / 2) \text{sen} \theta]}{(kD / 2) \text{sen} \theta} \text{sen}(\omega t - kR)$$

Y para simplificar, hacemos a $\beta \equiv (kD / 2) \text{sen} \theta$ para obtener la expresión

$$E = \frac{\varepsilon_L D}{R} \left(\frac{\text{sen} \beta}{\beta} \right) \text{sen}(\omega t - kR)$$

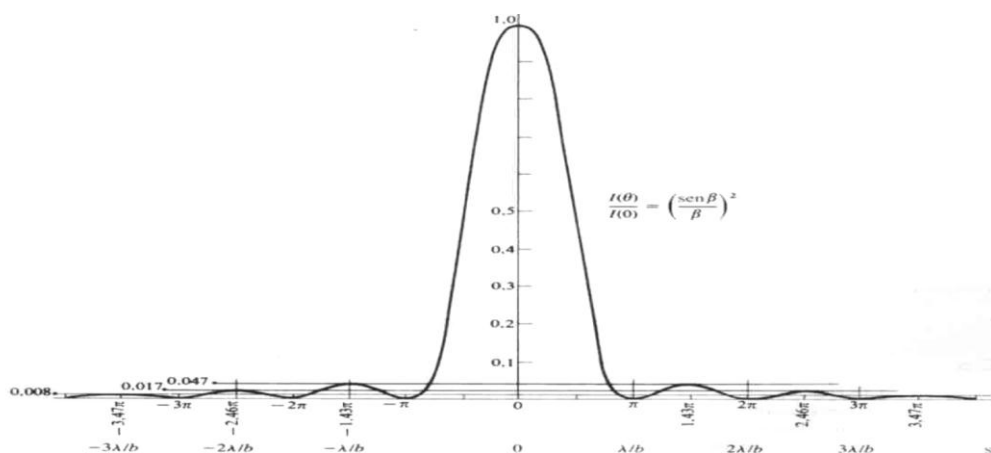
Por tanto, como la irradiancia $I(\theta) = |E|^2$ entonces,

$$I(\theta) = \frac{1}{2} \left(\frac{\varepsilon_L D}{R} \right)^2 \left(\frac{\text{sen} \beta}{\beta} \right)^2$$

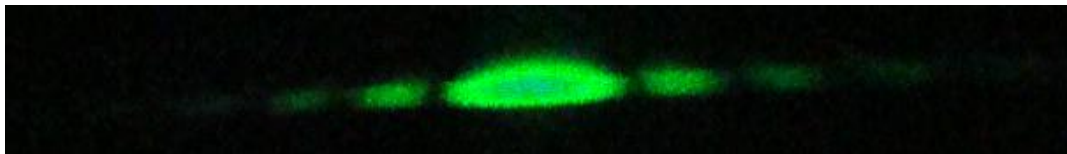
Donde $\sin^2(\omega t - kR) = \frac{1}{2}$. Cuando $\theta = 0$, $\sin \beta / \beta = 1$ y $I(\theta) = I(0)$ lo que corresponde al máximo principal. La irradiancia que resulta de una fuente lineal coherente idealizada en la aproximación de Fraunhofer es entonces (Hecht, 1974, p. 358):

$$I(\theta) = I(0) \left(\frac{\sin \beta}{\beta} \right)^2 \rightarrow I(\theta) = I(0) \text{sinc}^2 \beta$$

De donde se obtiene la siguiente distribución de la intensidad de la luz difractada:



Gráfica 4-2²² Distribución de intensidad de la luz para un patrón de difracción de Fraunhofer de una sola rendija.



Fotografía 4-2 Patrón de difracción de una sola rendija vertical iluminada con una fuente puntual.

²² Imagen recuperada de Hecht Zajac, (1974). *Óptica*. (Única edición en español). E.U.A: Printed in Usa.p.361.

4.5 La abertura rectangular

Cuando la luz pasa a través de una rendija cuadrada de dimensiones comparables con la longitud de onda, la distribución de la intensidad de la luz en el patrón observado se puede describir teniendo en cuenta el principio de Huygens-Fresnel, un área diferencial ds , dentro de la abertura, se puede visualizar como cubierta con fuentes puntuales secundarias coherentes. Como ds es más pequeña en extensión que λ , todas las contribuciones en un punto P sobre la pantalla permanecerán en fase e interferirán constructivamente (Hecht, 1974).

Así la perturbación óptica en P debida a ds es o la parte real o la parte imaginaria de:

$$dE = \left(\frac{\mathcal{E}_A}{r} \right) e^{i(\omega t - kr)} ds$$

la distancia de ds a P es:

$$r = [X^2 + (Y - y)^2 + (Z - z)^2]^{1/2}$$

y con el fin de desarrollar la anterior ecuación y haciendo uso de

$$R = [X^2 + Y^2 + Z^2]^{1/2}$$

obtenemos

$$R = [1 + (y^2 + z^2) / R^2 - 2(Yy + Zz) / R^2]^{1/2} \quad (\text{Hecht, 1974, p. 370})$$

Ahora, al hacer la expansión binomial a la anterior expresión, tenemos a (Hecht, 1974):

$$r = R [1 - (Yy + Zz) / R^2]$$

la perturbación total que llega a P al reemplazar r en la función exponencial es

$$E = \frac{\mathcal{E}_A e^{i(\omega t - kr)}}{R} \iint e^{ik(Yy + Zz)/R} ds \quad (3)$$

con las dos direcciones de la rendija $\beta' \equiv kbY / 2R$ y $\alpha' \equiv kaZ / 2R$ (a y b tienen que ver con las dimensiones de la rendija), tenemos

$$E = \frac{A\epsilon_A e^{i(\omega t - kR)}}{R} \left(\frac{\sin \alpha'}{\alpha'} \right) \left(\frac{\sin \beta'}{\beta'} \right)$$

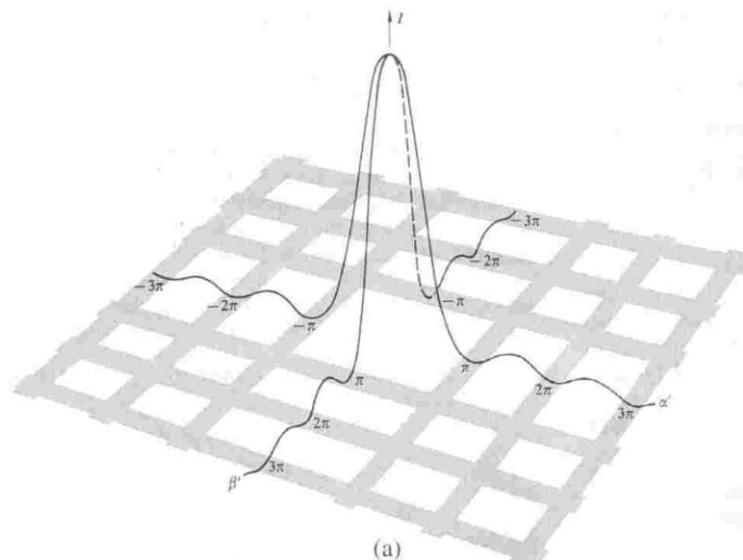
donde A es el área de la abertura. Ahora, como $I = (\text{Re } E)^2$ entonces la irradiancia que resulta es

$$I = (Y, Z) = I(0) \left(\frac{\sin \alpha'}{\alpha'} \right)^2 \left(\frac{\sin \beta'}{\beta'} \right)^2$$

donde

$$I(0) = \frac{A\epsilon_A e^{i(\omega t - kR)}}{R}$$

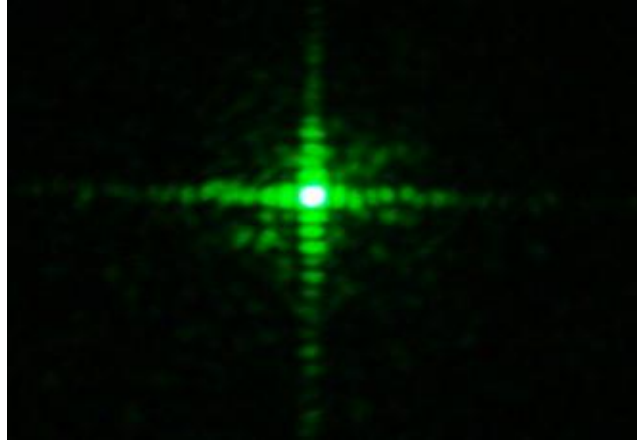
La gráfica 4-3 muestra la distribución de irradiancia para la abertura cuadrada.



Gráfica 4-3²³ Distribución de irradiancia para una abertura cuadrada.

La fotografía 4-3 muestra el patrón de Fraunhofer de una abertura cuadrada.

²³ Imagen recuperada de Hecht Zajac, (1974). *Óptica*. (Única edición en español). E.U.A: Printed in Usa.p.372.



Fotografía 4-3 Patrón de Fraunhofer de una abertura cuadrada.

4.6 La abertura circular

Para una abertura circular, la simetría sugiere usar coordenadas polares tanto en el plano de la abertura como en el plano de observación, como se muestra en la figura 7. Por consiguiente hagamos

$$z = p \cos \phi \quad y = p \sin \phi$$

$$Z = q \cos \Phi \quad Y = q \sin \Phi$$

y así el elemento diferencial de área es ahora $ds = p dp d\phi$. Sustituyendo estas expresiones en la ecuación (3), esta queda (Hecht, 1974, p. 3713):

$$E = \frac{\mathcal{E}_A e^{i(\omega t - kR)}}{R} \int_{p=0}^a \int_{\phi=0}^{2\pi} e^{i(kpq/R) \cos(\phi - \Phi)} p dp d\phi$$

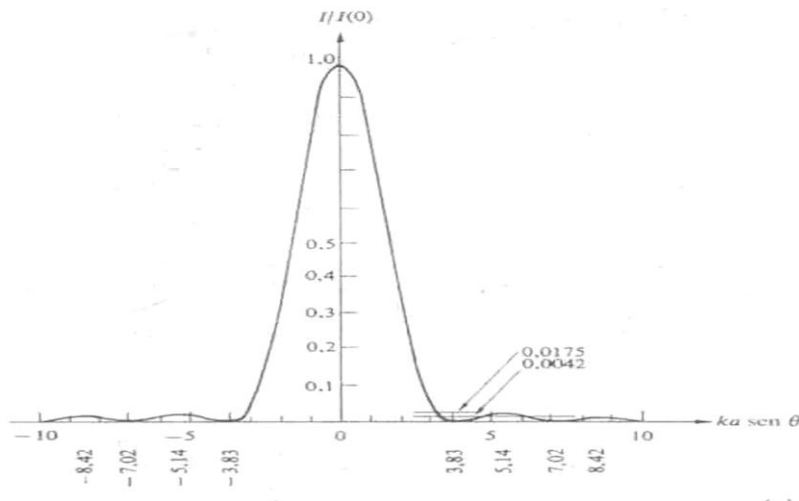
Y al resolver la integral obtenemos (Hecht, 1974):

$$E = \frac{\mathcal{E}_A e^{i(\omega t - kR)}}{R} 2\pi a^2 (R / kaq) J_1(kaq / R)$$

Ahora, como la irradiancia en el punto P es $(\text{Re } E)^2$, entonces la irradiancia se puede describir de la siguiente manera (Hecht, 1974):

$$I = \frac{2\varepsilon_A^2 A^2}{R^2} \left[\frac{J_1(kaq/R)}{kaq/R} \right]^2$$

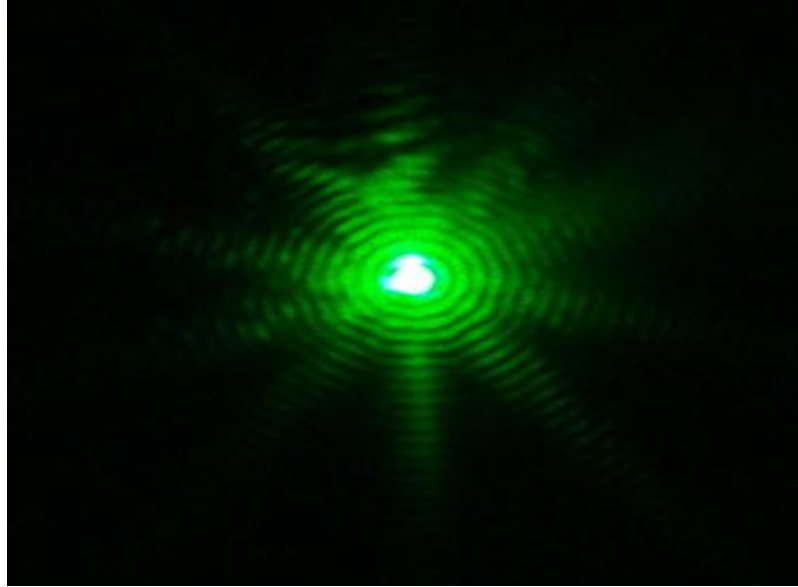
La gráfica 4-4 muestra el patrón de intensidad a lo largo de un patrón de máximos y mínimos circulares, denominado patrón de Airy.



Gráfica 4-4²⁴ El patrón de Airy.

La fotografía 4-4 muestra el patrón de Fraunhofer de una abertura circular, obtenido experimentalmente.

²⁴ Imagen recuperada de Hecht Zajac, (1974). *Óptica*. (Única edición en español). E.U.A: Printed in Usa.p.375.



Fotografía 4-4 *Patrón de Fraunhofer de una abertura circular.*

5. Propuesta pedagógica

En el presente capítulo se muestra el manual de trabajo para el docente, con el cual podrá guiar a los estudiantes hacia la elaboración de los elementos de laboratorio que utilizará en las diferentes actividades posteriores. También se describen las respectivas actividades a realizar (*CID*) encaminadas a la construcción del concepto de difracción, basadas en la *MAA*.

5.1 Manual

Manual



Carolina Manrique Torres

*Universidad Nacional de Colombia
Maestría en la Enseñanza de las
Ciencias Exactas y Naturales.*

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento está dirigido a docentes de básica secundaria que deseen junto con sus estudiantes construir material de laboratorio para aplicar practicas relacionadas con el concepto de difracción. En él se detalla el material a utilizar, los pasos e instrucciones necesarios para la elaboración de cada elemento, su función específica y algunas recomendaciones importantes a tener en cuenta para facilitar el trabajo.

Con el objetivo de hacer más sencilla la comprensión del presente manual, en algunos casos se muestran las respectivas imágenes.

2. OBJETIVO

El presente manual pretende guiar a docentes de básica secundaria para que junto con sus estudiantes construyan material (de fácil consecución, manipulación y bajo costo) requerido para el desarrollo de diferentes prácticas de laboratorio, que serán utilizadas como herramientas necesarias para la implementación de talleres, diseñados con el fin de aportar elementos importantes dentro del trabajo orientado hacia a la construcción del concepto de difracción en el aula.

3. CONSTRUCCIÓN DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS

3.1 CONSTRUCCION DE SOPORTE PARA SOSTENER LÁSER

Materiales: (Ver fotografía 5.1-1)

1. Dos hojas de Yumbolon de 12 cms de ancho x 18 cms de largo x 1.5 cms de grosor.
2. Pegante bóxer (20 grs).
3. Unas tijeras.
4. Un Bisturí.
5. Una regla.
6. Un bolígrafo.
7. Una abrazadera para tubo de ½ pulgadas, de plástico y de doble oreja.
8. Dos tornillos autorroscables de una pulgada.
9. Un tornillo de estrella acerado de 8 mm de diámetro y de 1 pulgada.
10. Un destornillador de estrella.
11. Un alicate o unas pinzas.
12. Un encendedor.
13. Un pedazo pequeño de plastilina de cualquier color.



Fotografía 5.1-1 Materiales para la construcción de soporte para sostener laser.

Yumbolon (1): El Yumbolon es una espuma de polietileno, que por su variedad de aplicaciones es usado para tapicería, industria en general, artesanías, el hogar, aislamiento termo acústico en paredes, embalaje, etc. Los estudiantes lo pueden conseguir sobre todo por su uso en el embalaje como protección de artículos como televisores, neveras, equipos electrónicos, etc. (Ver figura 5.1-1).



Figura 5.1-1²⁵ Yumbolon utilizado para embalaje.

Nota. El Yumbolon se puede conseguir también en cualquier almacén en donde distribuyan artículos para confección, marroquinería, tapicería, zapatería y publicidad.

Normas de seguridad.

Además de seguir las normas generales de seguridad en el laboratorio, debe mantener especial cuidado con el uso del bisturí y el encendedor, para esto se propone seguir cualquiera de las dos opciones expuestas a continuación:

Opción No. 1: En cada uno de los grupos escoja a un estudiante para que se encargue durante toda la actividad de la manipulación de estos elementos. Él deberá mantenerlos guardados para manipularlos en el momento en que el manual así lo indique, y debe usarlos sólo si usted como docente se encuentra presente.

Opción No. 2: Usted como docente será el único que manipulará éstos dos elementos, así, en el momento en que cada grupo requiera el uso de ellos, lo deberá llamar para que usted realice la adecuada manipulación de los mismos.

²⁵ Imagen recuperada el 2 de Abril de 2012, de URL <http://www.amarilloverdeyazul.com/wp-content/uploads/2010/04/Embalaje-de-corcho-blanco-300x270.jpg>

Construcción de la base.

Solicite a los estudiantes que sigan las siguientes instrucciones mientras usted los acompaña en el proceso, con el fin de aclarar dudas y hacerles sugerencias al respecto.

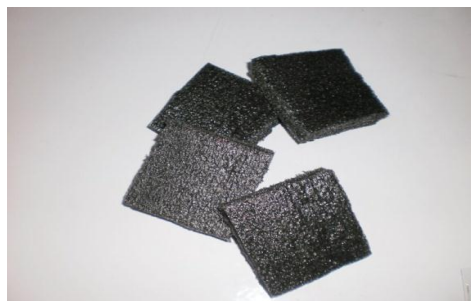
En una de las hojas de Yumbolon marca con la ayuda de la regla y el bolígrafo, cuatro cuadros de 6 cms de lado y 2 rectángulos de 6 cms x 5 cms luego córtalos utilizando para ello las tijeras.

- 3.1.1** Forma dos bloques (Ver fotografía 5.1-2), cada uno con dos cuadros de lado 6 cms y un rectángulo de 6 cms x 5 cms en la mitad de ellos, utiliza el pegante para pegarlos. **Sugerencia.** Para que el pegante cumpla con su función de una manera más eficiente, aplica una fina capa a una de las caras a pegar, deja secar por 1min y luego pega las caras.



Fotografía 5.1-2 Bloques de Yumbolon.

- 3.1.2** Con la otra hoja de Yumbolon, corta ocho cuadros del mismo tamaño para utilizarlos en el momento que sea necesario inclinar el láser o cambiar la altura de cualquier soporte dentro de la práctica experimental. (Ver fotografía 5.1-3).



Fotografía 5.1-3 Cuadros de Yumbolon para nivelar o inclinar los soportes.

- 3.1.3** Con las pinzas o alicate sujeta el tornillo y con la ayuda del encendedor caliéntalo lo suficiente para poderlo instalar en medio de la abrazadera (Ver fotografía 5.1-4). Luego, deja enfriar el tornillo varios minutos para evitar accidentes.



Fotografía 5.1-4 Instalación de tornillo en abrazadera.

- 3.1.4** En uno de los cubos contruidos instala la abrazadera, sujetándola con los tornillos autorroscables, los cuales con la ayuda del destornillador se van enroscando fácilmente dentro del Yumbolon. (Ver fotografía 5.1-5).



Fotografía 5.1-5 Instalación de abrazadera en cubo de Yumbolon.

SOPORTE TERMINADO: (Ver fotografía 5.1-6)



Fotografía 5.1-6 Apuntador laser en su soporte terminado.

Nota. El objetivo del tornillo instalado en el centro de la abrazadera es mantener oprimido el botón que activa el láser para que éste permanezca encendido. Por la clase de material (Yumbolon) que sostiene los dos tornillos autorroscables junto con las orejas de la abrazadera, es fácil que después de usar el soporte por primera vez, los tres tornillos (Ver fotografía 5.1-1. Materiales 9 y 8) no puedan sostener el botón del láser oprimido. Para solucionar esto, se debe introducir en cada uno de los huecos formados por los dos tornillos autorroscables un pedazo de plastilina y luego volver a atornillarlos para lograr más firmeza en el soporte.

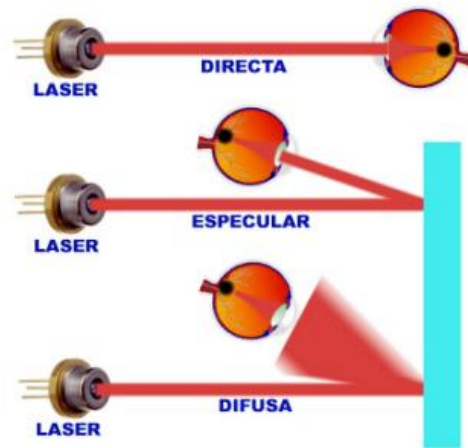
Normas de seguridad para la manipulación del láser.

El uso del láser requiere de cuidados especiales y diferentes comparados con los que se deben tener con cualquier otro aparato eléctrico o mecánico. La característica de los láseres que los hace bastante riesgosos es su alta radiancia (combinación de alta densidad de potencia con direccionalidad), produciendo que el ojo enfoque en un pequeño punto sobre la retina la imagen proveniente de un haz paralelo emitido por el láser, también esto hace que el láser sea peligroso aún a distancias apreciables.

A continuación se exponen diferentes recomendaciones y medidas que se deben tener en cuenta para su manipulación. Recuerde que a pesar de conocerse las diferentes medidas de protección, todavía continúan ocurriendo accidentes relacionados en donde las principales consecuencias son sufridas por los ojos.

Recomendaciones:

1. Evite toda exposición directa de los ojos al utilizar el láser y no dirija el rayo láser directamente a los ojos de otras personas. Pueden producirse lesiones oculares serias.
2. No coloque el láser unidad en ninguna posición en la cual pueda causar que alguna persona vea de frente el rayo láser, ya sea con o sin intención. Pueden producirse lesiones oculares serias.
3. Siempre apague el láser cuando nadie esté usándolo. Si se deja encendido, aumenta el riesgo de que alguien vea desprevenidamente de frente el rayo láser o un reflejo de él.
4. No utilice el láser en áreas con peligro de combustión, como las existentes en presencia de líquidos, gases y polvos inflamables.
5. Siempre asegúrese de que el rayo láser esté apuntando a una superficie no reflejante. Una chapa metálica, materiales brillantes, vidrios o similares no son apropiados para usar el rayo láser.
6. Para evitar una exposición directa con el láser se debe conocer en todo momento cual es el camino que va a seguir el haz, ya que se pueden presentar las siguientes situaciones (Manual, s.f.)



26

Como se muestra en la imagen, la reflexión o la reflexión difusa pueden producir daños irreversibles en la retina.

3.2 CONSTRUCCIÓN DE UN SOPORTE PARA SOSTENER LAS REJILLAS DE DIFRACCIÓN

Materiales: (Ver fotografía 5.1-1)

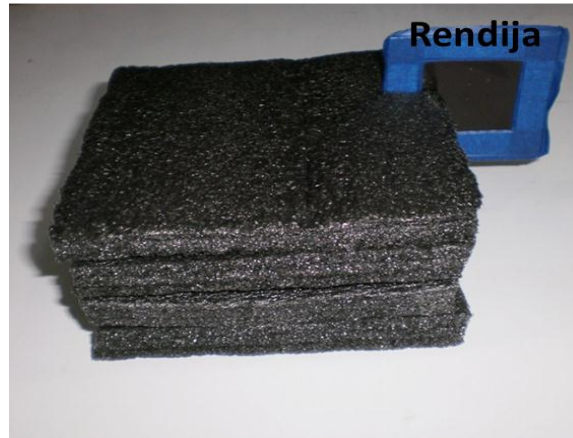
1. Cuatro cuadros de Yumbolon de 12 cms de lado x 1.5 cms de grosor.
2. Pegante bóxer.
3. Unas tijeras.
4. Un Bisturí.
5. Una regla.
6. Un bolígrafo.

Construcción de la base:

Solicite a los estudiantes que sigan las siguientes instrucciones mientras usted los acompaña en el proceso, con el fin de aclarar dudas y hacerles sugerencias al respecto.

²⁶ Imagen recuperada de http://www.diodoled.com/images/danos_oculares.jpg

- 3.2.1. Pega los cuatro cuadros de Yumbolon teniendo en cuenta las indicaciones anteriormente dadas para usar correctamente el pegante.
- 3.2.2. Con la ayuda del bisturí realiza un corte en uno de los costados de la base construida anteriormente con el fin de sostener allí las diferentes rendijas. (Ver fotografía 5.1-7)



Fotografía 5.1-7 Soporte para sostener rendija (sosteniendo una rendija).

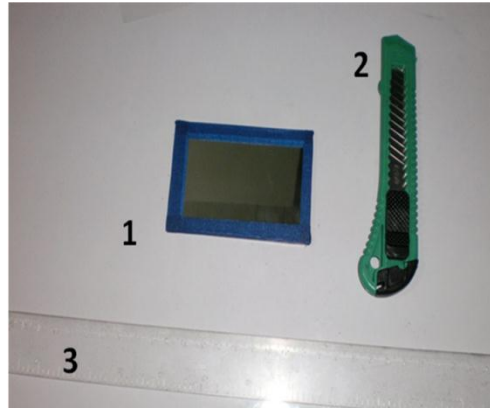
3.3 **CONSTRUCCIÓN DE RENDIJAS**

Para desarrollar las diferentes prácticas de laboratorio propuestas, se han diseñado varias rendijas:

3.3.1. Rendija lineal (individual)

Materiales: (Ver fotografía 5.1-8)

1. Una Espejo pequeño.
2. Un bisturí.
3. Una regla.



Fotografía 5.1-8 Materiales para la construcción de rendija lineal individual.

Construcción.

Solicite a los estudiantes que sigan las siguientes instrucciones mientras usted los acompaña en el proceso, con el fin de aclarar dudas y hacerles sugerencias al respecto.

- 3.3.1.1. Encima del espejo por la cara en donde se encuentra la capa de pintura, marca con la ayuda de la regla y el bisturí una línea (El bisturí debe pasarse solo una vez). Para aprovechar el área del espejo puedes realizar en varias partes diferentes líneas teniendo en cuenta que la presión ejercida al bisturí en el momento de formar la línea, influye en el grosor de ésta (Ver fotografía 5.1-9).



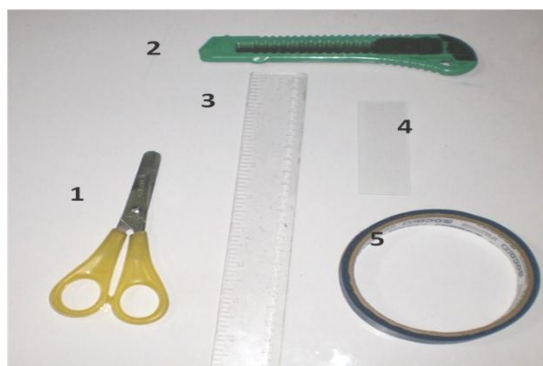
Fotografía 5.1-9 Rendija lineal individual, terminada.

3.3.2. Rendija lineal que varía su ancho gradualmente de manera paralela.

3.3.2.1. Construcción No. 1

Materiales: (Ver fotografía 5.1-10)

1. Unas Tijeras.
2. Un bisturí.
3. Una regla.
4. Una Lámina Porta Objetos.
5. Cinta de papel de cualquier color.



Fotografía 5.1-10 Materiales para la construcción de rendija lineal que varía su ancho gradualmente de manera paralela. (Construcción No. 1).

Construcción.

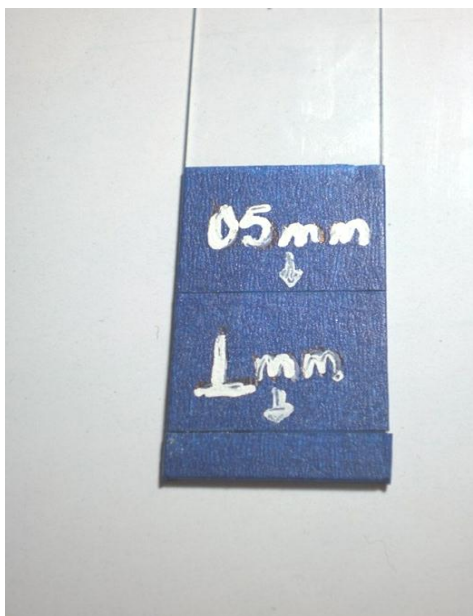
Solicite a los estudiantes que sigan las siguientes instrucciones mientras usted los acompaña en el proceso, con el fin de aclarar dudas y hacerles sugerencias al respecto.

- 3.3.2.1.1. Corta tres pedazos de 3 cm de largo de cinta. Ahora pega un pedazo de cinta en el borde de la lámina porta-objetos y a partir de ésta pega otro pedazo a 1 mm, (utiliza la regla como guía para hacerlo de manera paralela), luego realiza lo mismo pero dejando 0.5 mm (Ver fotografía 5.1-11).



Fotografía 5.1-11 Lamina Porta -Objetos con separaciones en cinta.

- 3.3.2.1.2.** Por último y para terminar con la construcción de la rendija recorta los pedazos de cinta sobrantes en los bordes del porta-objetos y marca cada rendija con sus dimensiones. (fotografía 5.1-12).

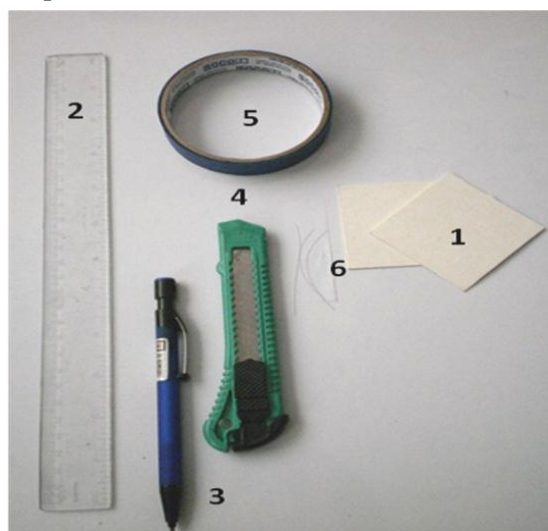


Fotografía 5.1-12 Rendija lineal que varía su ancho gradualmente de manera paralela.
Terminada

3.3.2.2. Construcción No. 2

Materiales: (Ver fotografía 5.1-13)

1. Dos cuadros de cartón paja de 6 cms x 6 cms.
2. Una regla.
3. Un lápiz.
4. Un Bisturí.
5. Tres pedazos (de 6 cms cada uno) de cabello humano de diferente grosor.
6. Cinta de papel de cualquier color

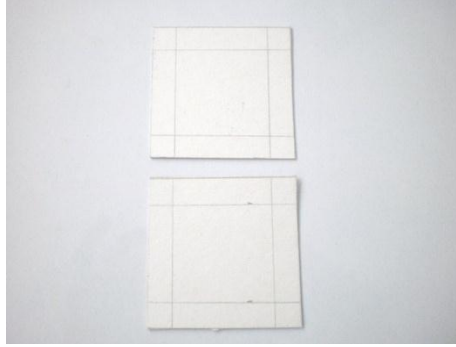


Fotografía 5.1.13 Materiales para la construcción de rendija lineal que varía su ancho gradualmente de manera paralela.

Construcción:

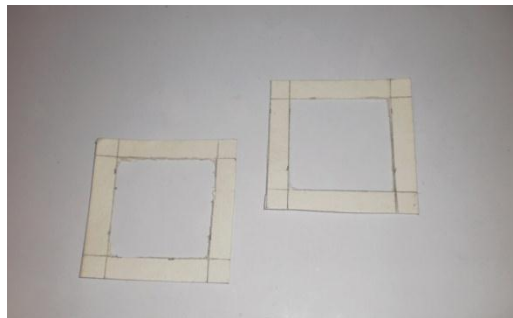
Solicite a los estudiantes que sigan las siguientes instrucciones mientras usted los acompaña en el proceso, con el fin de aclarar dudas y hacerles sugerencias al respecto:

- 3.3.2.2.1.** Marca con la ayuda de la regla y el lápiz un marco de un centímetro de ancho en cada cuadro de cartón paja. (Ver fotografía 5.1-14).



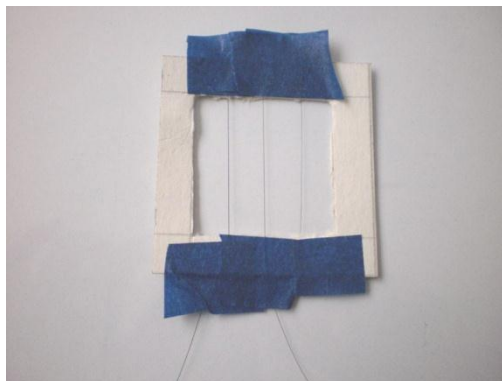
Fotografía 5.114 Marco en cuadros de cartón paja.

- 3.3.2.2.2.** Con la ayuda del bisturí, recorta los marcos trazados anteriormente. (Ver fotografía 5.1-15).



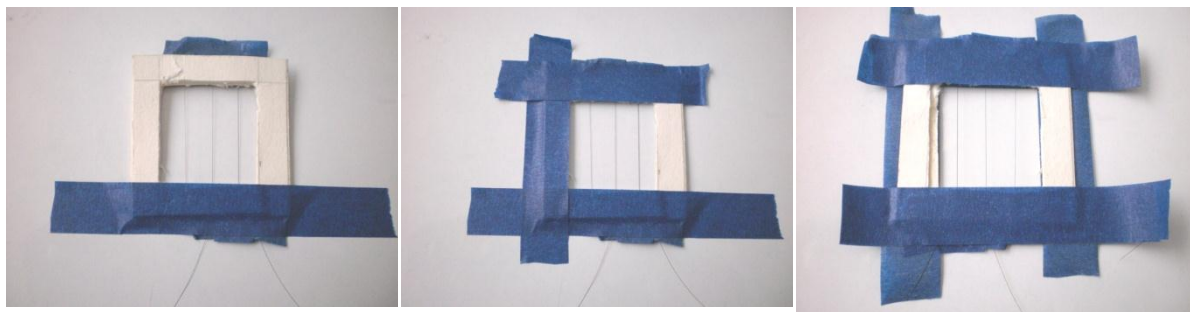
Fotografía 5.1-15 Marcos recortados (Cartón paja).

- 3.3.2.2.3.** Pega con la cinta cada extremo de cada cabello (ordenándolos de manera ascendente según su grosor) a dos de los bordes de uno de los marcos construidos anteriormente procurando que cada cabello quede lo más estirado posible. (Ver fotografía 5.1-16).



Fotografía 5.1-16 Forma de pegar cabellos a marco en cartón paja.

- 3.3.2.2.4.** Coloca encima del marco en donde pegaste los pedazos de cabello, el otro marco de cartón paja y asegúralo con la cinta de papel sobre cada uno de los bordes por las dos caras. (Ver fotografía 5.1-17).



Fotografía 5.1-17 Construcción del marco de rendija.

Rendija Terminada: (Ver fotografía 5.1-18)



Fotografía 5.1-18 Rendija lineal que varía su ancho gradualmente de manera paralela.
Terminada (Construcción No. 2).

3.3.4 Rendija Cuadrada

Materiales: (Ver fotografía 5.1-10)

1. Unas Tijeras.
2. Un bisturí.
3. Una regla.
4. Una lámina porta objetos.
5. Cinta de papel de cualquier color.
6. Un bolígrafo.

Construcción:

Solicite a los estudiantes que sigan las siguientes instrucciones mientras usted los acompaña en el proceso, con el fin de aclarar dudas y hacerles sugerencias al respecto:

3.3.4.1. Corta tres pedazos de cinta de 4 cm de largo. Pega uno de los pedazos de cinta cortados anteriormente en el borde de la lámina porta-objetos y a partir de ésta pega otro pedazo a un 1 mm, (utiliza la regla como guía para hacerlo de manera paralela) y luego realiza lo mismo pero dejando 0.5 mm. (Ver fotografía 5.1-19).

3.3.4.2.



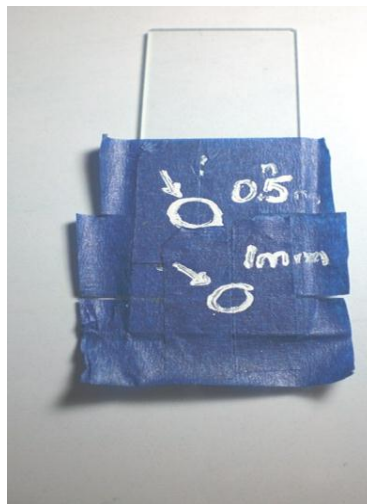
Fotografía 5.1-19 Lámina Porta -Objetos con separaciones en cinta.

- 3.3.4.3.** Ahora, corta dos pedazos de cinta de 3 cm de largo, luego divide su ancho en dos partes iguales con la ayuda de la regla y el bisturí.
- 3.3.4.4.** Coge dos de esos pedazos y colócalos en sentido contrario sobre la rendija de 0,5 mm con la intención de formar un agujero cuadrado (0.5 mm x 0.5 mm) (Ver fotografía 5.1-20).



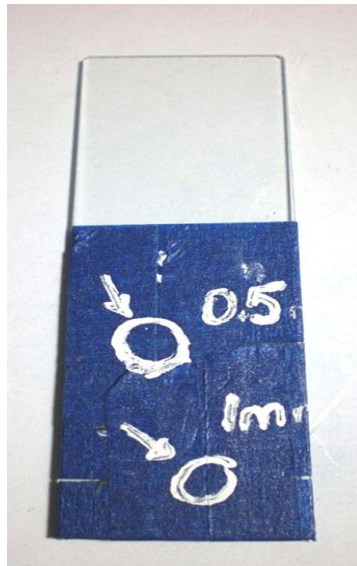
Fotografía 5.1-20 Construcción de rendija cuadrada de 0.5 mm.

- 3.3.4.5.** Siguiendo el procedimiento del ítem anterior forma un agujero cuadrado pero utilizando la rendija de 1 mm. (Ver fotografía 5.1-21).



Fotografía 5.1-21 Construcción de rendija cuadrada de 1 mm.

- 3.3.4.6.** Por último recorta los pedazos de cinta que sobran por los bordes de la lámina porta objetos y marca con el bolígrafo las dimensiones en mm de los agujeros (Ver fotografía 5.1-22)

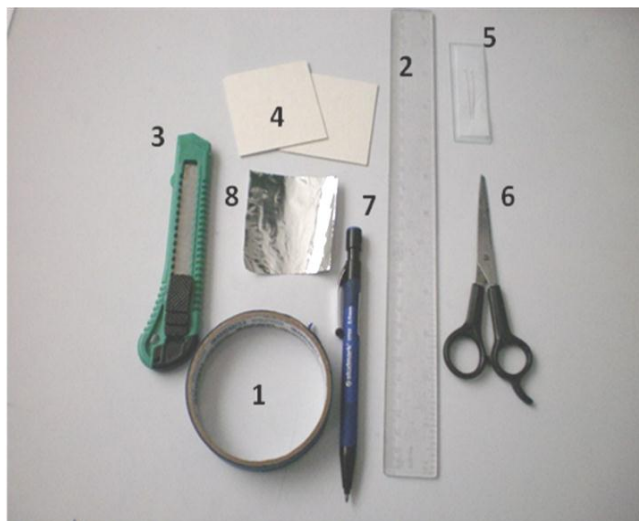


Fotografía 5.1-22 Rendijas cuadradas terminadas.

3.3.5 Rendija circular

Materiales. (Ver fotografía 5.1-23)

1. Cinta de Papel de cualquier color.
2. Una Regla.
3. Un Bisturí.
4. Dos cuadros de 6 cms x 6cms de cartón paja.
5. Una aguja de 1 mm de gauge (ancho) y una aguja de 2 mm de gauge (ancho).
6. Unas tijeras.
7. Un lápiz.
8. Un cuadro de papel aluminio 5 cms x 5 cms.



Fotografía 5.1-23 Materiales para la construcción de la rendija circular.

Construcción.

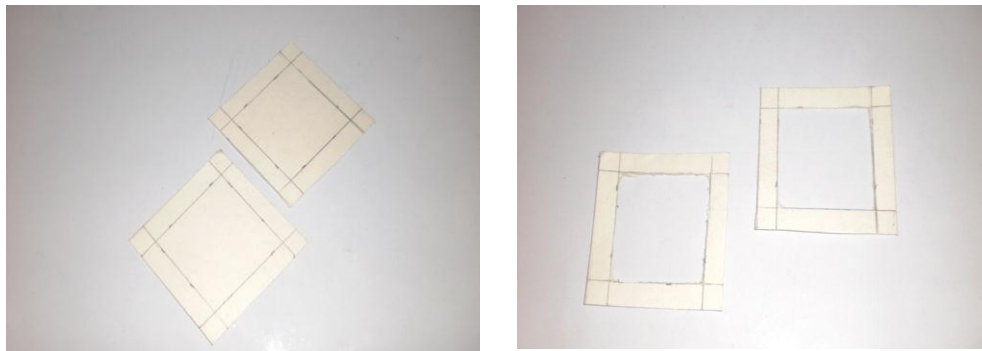
Solicite a los estudiantes que sigan las siguientes instrucciones mientras usted los acompaña en el proceso, con el fin de aclarar dudas y hacerles sugerencias al respecto.

- 3.3.5.1. Encima de uno de los cuadros de papel aluminio y con el lápiz traza por la mitad una línea y al lado de ésta dos circunferencias distanciadas; Realiza una perforación con la aguja de 1 mm de gauge sobre una de ellas, teniendo en cuenta que la intención es hacer un agujero muy pequeño (para esto realiza la perforación sobre de una hoja que se encuentre encima de un cuaderno, el piso o la mesa de trabajo en el laboratorio y utilizando solo la punta de la aguja. Luego con la aguja de 2 mm de gauge realiza en la otra circunferencia otro agujero. (Ver fotografía 5.1-24).



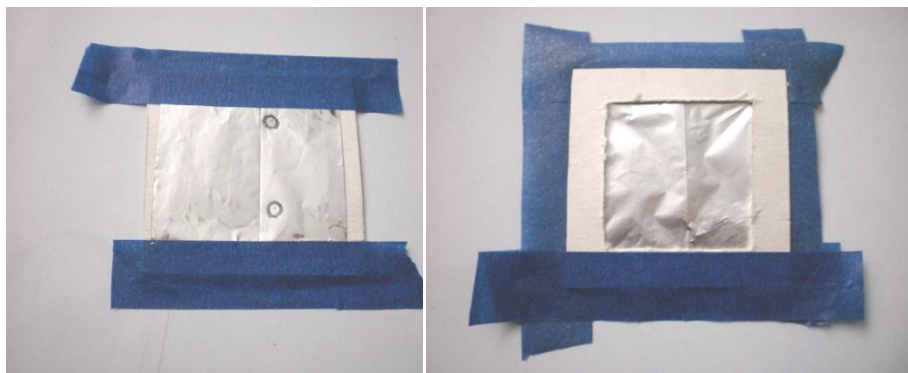
Fotografía 5.1-24 Perforaciones realizadas con las dos agujas en papel aluminio

- 3.3.5.2.** Traza con la ayuda del lápiz y la regla un marco de 1 cm de ancho encima de cada uno de los cuatro cuadros de cartón paja, luego recórtalos con la ayuda del bisturí (Ver fotografía 5.1-25).



Fotografía 5.1-25 Construcción de marcos para cada rendija.

- 3.3.5.3.** Coloca en medio de dos de los marcos construidos anteriormente el cuadro de papel aluminio con las perforaciones, luego alrededor pega por cada borde del marco un pedazo de cinta y de la misma manera por la otra cara de los marcos (por delante y por detrás). (Ver fotografía 5.1-26).



Fotografía 5.1-26 Instalación de rendijas de cartulina en los marcos.

- 3.3.5.4.** Finalmente recorta los excesos de cinta para terminar con las rendijas. (Ver fotografía 5.1-27).



Fotografía 5.1-27 Rendijas circulares terminadas.

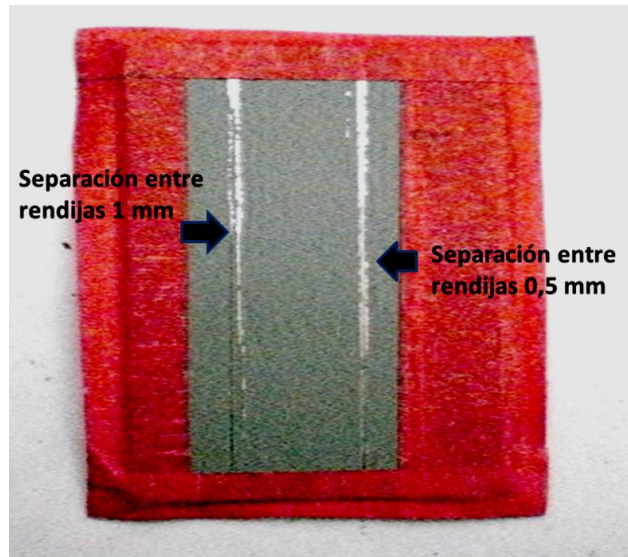
3.3.6 Rendijas lineales dobles paralelas que varían su separación.

Materiales: (Ver fotografía 5.1-9)

1. Una Espejo pequeño.
2. Un bisturí.
3. Una regla.

Construcción:

- 3.3.6.1 Encima del espejo por la cara en donde se encuentra la capa de pintura y en uno de sus extremos marca con la ayuda de la regla y el bisturí una línea (El bisturí debe pasarse solo una vez). Luego corriendo la regla 0,5 mm realiza otra línea paralela a la anterior (obteniendo una rendija lineal doble paralela con separación de 0.5 mm).
- 3.3.6.2 Siguiendo el mismo procedimiento del numeral anterior y dejando 1 cms desde la última línea realizada, realiza otra línea y dejando 1 mm otra (obteniendo una rendija lineal doble paralela con una separación de 1mm).
Para finalizar pega alrededor del espejo cinta por las dos caras y corta los excesos de la misma. (Ver fotografía 5.1-28).



Fotografía 5.1-28 Rendijas lineales dobles que varían su separación terminadas.

3.3.7 Construcción de una rejilla de difracción.

Materiales. (Ver fotografía 5.1-29)

1. Un CD.
2. Unas tijeras.
3. Una regla.
4. Un Bolígrafo.
5. Cinta transparente
6. Cinta de papel de cualquier color.



Fotografía 5.1-29 Materiales para la construcción de rejilla de difracción.

Construcción.

Solicite a los estudiantes que sigan las siguientes instrucciones mientras usted los acompaña en el proceso, con el fin de aclarar dudas y hacerles sugerencias al respecto:

- 3.3.7.1.** Parte en dos el CD con el fin de retirar de una manera más fácil (por la partición realizada) la capa reflectante de aluminio que se encuentra encima del plástico del CD (capa de policarbonato donde está grabada la información). pegando cinta transparente sobre él y retirándola rápidamente (Ver fotografía 5.1-30).



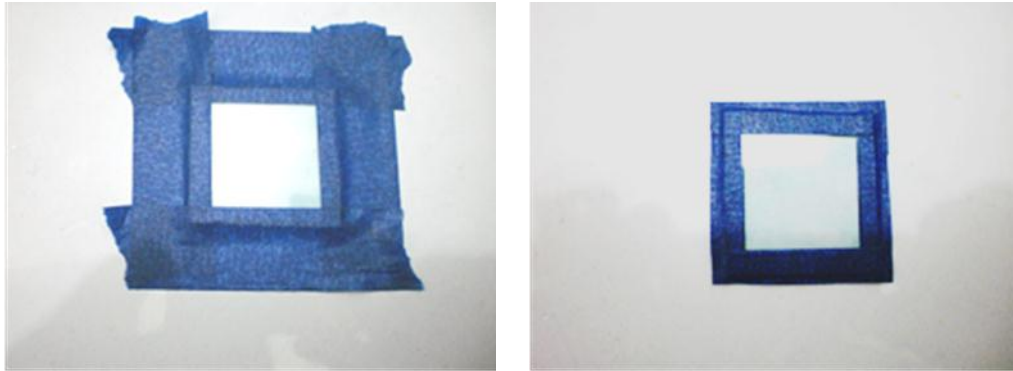
Fotografía 5.1-30 Forma de retirar la capa reflectante de aluminio de CD.

- 3.3.7.2.** Marca con la ayuda del bolígrafo y la regla un cuadro de lado 2 cms sobre la capa de policarbonato (plástico del CD) y recórtalo con las tijeras (2). (Ver fotografía 5.1-31).



Fotografía 5.1-31 Cuadrado de policarbonato

3.3.7.3. Por último, coloca sobre cada lado del cuadrado y por las dos caras, cinta; Luego recorta los excesos. (Ver fotografía 5.1-32).



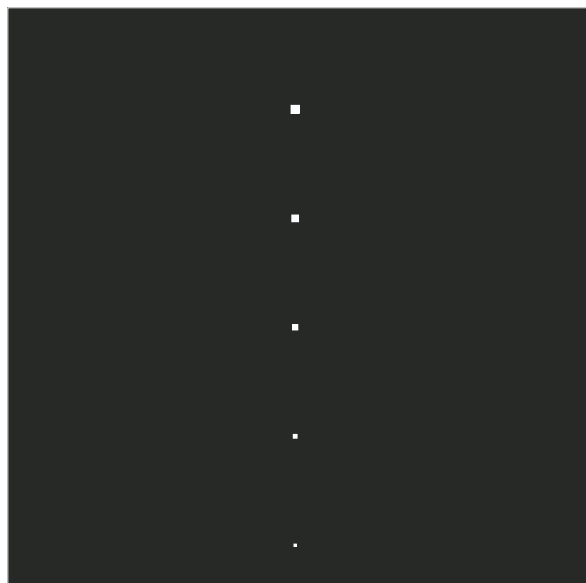
Fotografía 5.1-32 Rejilla terminada.

3.3.8 Construcción de rendijas y rejillas utilizando Software (una alternativa para que el docente construya las rendijas).

Las diferentes clases de rendijas propuestas para construir anteriormente se caracterizan por poderse fabricar por los estudiantes con la utilización de material manipulable de fácil acceso y bajo costo; sin embargo, cada una de éstas se puede construir (alternativa para el docente) utilizando software de dibujo como CorelDraw® que es una “aplicación informática de manejo vectorial (imagen digital formada por objetos geométrico independientes (segmentos, polígonos, arcos, etc.)) poderosa e intuitiva y sencilla de usar y que está diseñada para suplir de forma rápida y fácil múltiples necesidades, como el dibujo, la maquetación de páginas para impresión y/o la publicación web” ²⁷. En las instituciones educativas distritales es posible hacer la gestión para que la Secretaria de Educación autorice la compra del programa para ser instalado en los computadores de la sala de sistemas, y la construcción de las rendijas se puede lograr con la lectura de los tutoriales del programa (por parte del docente) para luego realizar la impresión digital en películas y así poderlas trabajar también en el laboratorio.

Ejemplo de algunas de ellas:

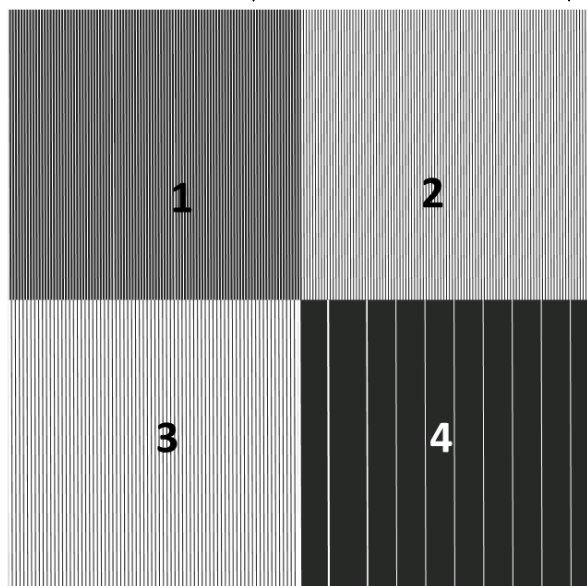
²⁷ Definición recuperada el 2 de Abril de 2012, de <http://es.wikipedia.org/wiki/CorelDRAW>



Rendija cuadrada (Variando sus dimensiones)



Rendija Circular (Variando sus dimensiones)



1. Rejilla de frecuencia 5.4 líneas/mm (0.18 mm).
2. Rejillas de frecuencia 5.1 líneas/ mm (0. 19 mm).
3. Rejillas de frecuencia 3.9 líneas/ mm (0.25 mm).
4. Rendijas paralelas lineales únicas que varían su ancho gradualmente.

Figura 5.1–2 Rendijas y rejillas construidas en Corel

NOTA. El presente manual anexa un juego de varias de las rendijas y rejillas mostradas anteriormente, además de dos rejillas por cada una de las siguientes frecuencias: 7 líneas/mm (0.14 mm)(marcada con el número 5), 17 líneas/ mm (0.058 mm)(marcada con el número 9), 25 líneas/mm (0.04 mm)(marcada con el número 8) y 75 líneas/mm (0.013mm)(marcada con el número 6); con la intención de ser utilizadas (construir para cada una de ellas el marco en cartón paja (mirar numerales 3.3.2.2.1 al 3.3.2.2.2) en el desarrollo de prácticas experimentales en el aula.

3.4 CONSTRUCCIÓN DE PANTALLA

Materiales: (Ver fotografía 5.1-33)

1. Una hoja de Yumbolon de 15 cms de ancho 10 cms de largo x 1.5 cms de grosor.
2. Pegante Bóxer (2grs).
3. Unas tijeras.
4. Un Bisturí.
5. Una regla.
6. Un Bolígrafo.
7. La mitad de 1/8 de cartón paja.
8. La mitad de una hoja blanca.



Fotografía 5.1-33 Materiales para la construcción de la pantalla.

Construcción.

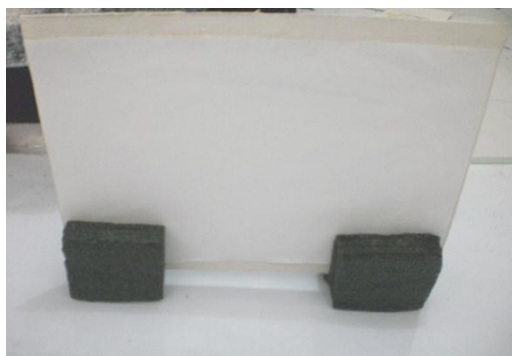
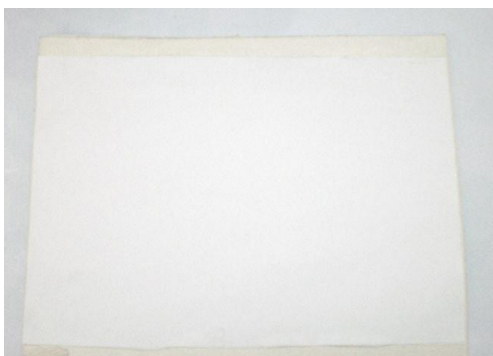
Solicite a los estudiantes que sigan las siguientes instrucciones mientras usted los acompaña en el proceso, con el fin de aclarar dudas y hacerles sugerencias al respecto:

- 3.4.1. Con la ayuda de la regla y el bolígrafo marque en la hoja de Yumbolon 6 cuadros de 5 cms x 5 cms y recórtelos con las tijeras.
- 3.4.2. Aplique sobre una de las caras de cada cuadro construido anteriormente un poco de pegante y forme dos cubos con 3 cuadros cada uno. (Ver fotografía 5.1-34).



Fotografía 5.1-34 Cubos de Yumbolon

- 3.4.3. Pegue sobre el pedazo de cartón paja la hoja blanca y luego con la ayuda del bisturí realiza un corte de 3 cms de profundidad en la mitad de una de las caras de cada cubo de yumbolón construido anteriormente con el fin de fijar en este corte el cartón paja como se muestra en la fotografía 5.1-35.



Fotografía 5.1-35 Construcción de Pantalla.

5.2 Actividades. Guías para el docente y para el estudiante.

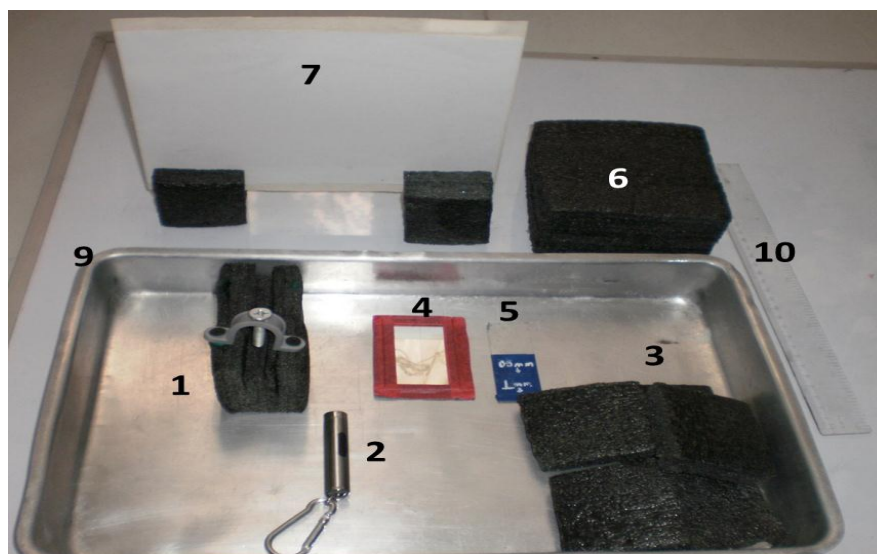
5.2.1 Actividad. Rendija única unidimensional

OBJETIVO

Describir el patrón de difracción obtenido al iluminar una rendija unidimensional con una fuente de luz coherente, estableciendo relaciones entre las variables involucradas, tal como el ancho de la rendija y su distancia a la pantalla, utilizando para ello la Metodología de Aprendizaje Activo.

MATERIALES Y ELEMENTOS (Ver fotografía 5.2.1-1)

1. Soporte para sostener laser.
2. Láser de luz roja.
3. Soportes de nivelación.
4. Rendija lineal individual (Manual-3.3.1)
5. Rendija lineal que varía su ancho gradualmente de manera paralela (Manual-3.3.2).
6. Soporte para sostener rendija
7. Pantalla.
8. Guía de trabajo para el estudiante (Ver anexo A)
9. Una bandeja de mínimo 1 cm de profundidad llena de agua.
10. Una regla.
11. Dos palos de Balso.



Fotografía 5.2.1-1 Materiales y elementos a utilizar en el desarrollo de la actividad No. 1.

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

5.2.1.1. Divida el curso en grupos de máximo tres estudiantes, teniendo en cuenta la distribución establecida en el trabajo realizado previamente con la construcción del material. (La intención es que cada grupo trabaje con el material que construyó). Solicíteles que desarrollen la primera parte de la guía No. 1 (Ver Anexo A).

5.2.1.2. Resultado del experimento (Parte No. 1)

El patrón de difracción observado por los estudiantes debe ser similar al mostrado en la fotografía 5.2.1-2.



Fotografía 5.2.1-2 *Patrón de difracción observado por perturbación del agua con palos de balsa.*

5.2.1.3. Socialización de resultados y construcción de conclusiones (Parte No. 1):

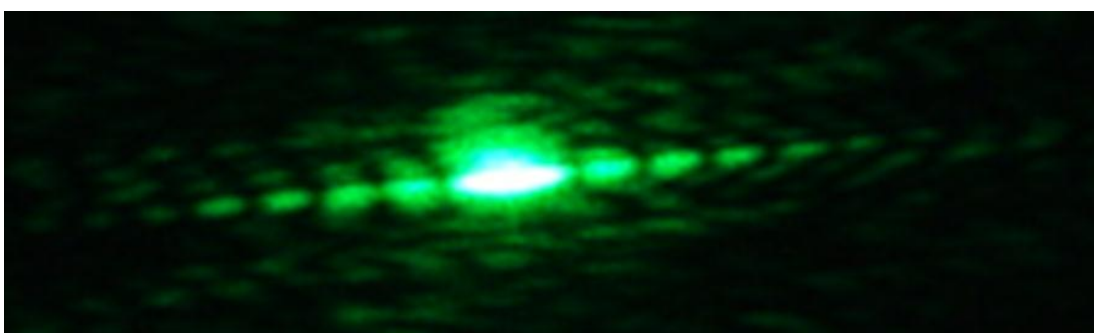
En esta parte es importante guiar al estudiante a concluir que cuando las perturbaciones de agua atraviesan la pequeña abertura, se provoca una distorsión en las ondas provocando el patrón observado (fenómeno ondulatorio). Además se debe establecer que existe una relación entre el tamaño de la abertura y la longitud de onda que incide en ella.

Ahora solicite a los estudiantes que respondan la siguiente pregunta por grupos y que socialicen su respuesta ¿Es posible que este fenómeno de también se pueda observar con otras clases de ondas o solo es posible observarlo con ondas producidas con agua?

Luego y antes de hacer cualquier aclaración al respecto, solicite a los estudiantes, que desarrollen la parte No. 2 de la guía (Ver anexo A).

5.2.1.4 Resultado del experimento (Parte No. 2):

El patrón de difracción observado por los estudiantes debe ser similar al mostrado en la fotografía 5.2.1-3. Hay una franja brillante grande en el centro (máximo central) con una serie de franjas oscuras (mínimos de intensidad) y brillantes (máximos de intensidad) más pequeñas dispuestas simétricamente a cada lado del máximo central, disminuyendo el ancho y la intensidad hasta desaparecer.

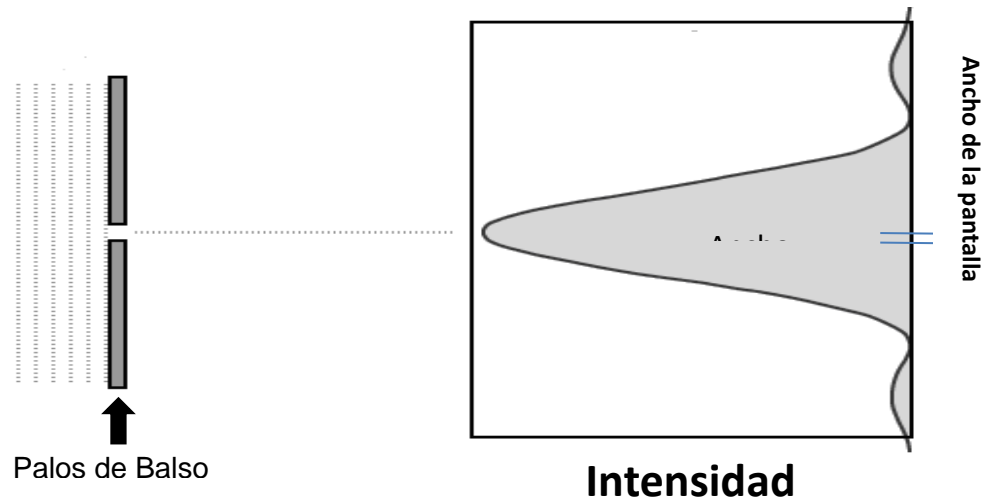


Fotografía 5.2.1-3 *Patrón de difracción observado a través de una rendija lineal individual.*

5.2.1.5 Socialización de resultados y construcción de conclusiones (Parte No. 2):

En esta parte es importante guiar a los estudiantes a comprender que cuando la luz atraviesa un obstáculo muy estrecho, se hace evidente su comportamiento ondulatorio al interactuar con los bordes del obstáculo, la onda de luz lo bordea ligeramente y se desvía de otra forma diferente a lo que se observa cuando la luz desvía su trayectoria rectilínea por reflexión o por refracción, a esta clase de desviación se le llama difracción (se puede aprovechar este momento para mencionar algunas características de la óptica geométrica y la óptica ondulatoria).

Utilice la siguiente gráfica para mostrarles a los estudiantes la distribución de la intensidad de la luz difractada en el experimento realizado con una sola rendija delgada.

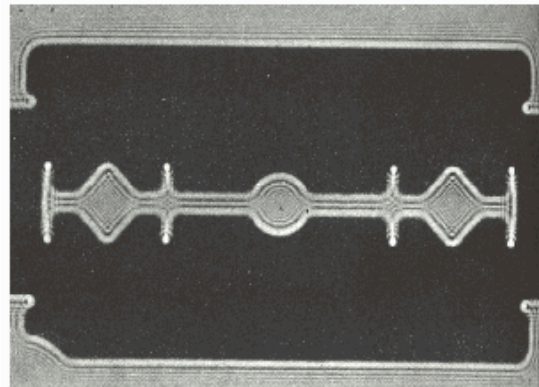


Gráfica 5.2.1-1 Distribución de intensidad de luz a través de una sola rendija.

Aclare que la difracción no solo se evidencia cuando se utilizan aberturas pequeñas, ya que también se puede ver en todos los bordes de las sombras porque en ellos la sombra es un poco difusa (Ver fotografía 5.2.1-4). Cuando la luz es de un solo color (formada por componentes de un solo color), se pueden producir franjas de difracción en los bordes de la sombra, pero cuando la luz es blanca (formada por las diferentes componentes del espectro visible que componen el color blanco) se forma una zona difusa en el borde de la sombra por que las franjas de difracción se mezclan entre sí.



Sombra producida con la utilización de luz blanca²⁸



Sombra producida con la utilización de luz verde²⁹

Fotografía 5.2.1-4 Patrón de difracción percibido en sombras.

²⁸ Imágenes recuperadas el 2 de Abril de 2012 de URL <https://encrypted-tbn1.google.com/images?q=tbn:ANd9GcRHLrwn31ZayjKPPIBsWXX86FCUCAeornIXNcW5EKO0zZ6LevFd4Q> y <https://encrypted-tbn3.google.com/images?q=tbn:ANd9GcRXStQasnsrCZ6ol-9so6ZwQhjWnt-kFmQtwFeyScnQQBRsXwYK8g>.

²⁹ Imágenes recuperadas el 2 de Abril de 2012 de URL <http://1.bp.blogspot.com/-2ufFKIXz1Fw/TaC4MqWygeI/AAAAAAAAADQ/xnZStVI8h5o/s1600/Image70.gif>

Dentro de las conclusiones construidas a partir de la socialización se debe dejar claro que al igual que con las ondas de agua, existe una relación entre la longitud de onda de las ondas de luz y el ancho de la ranura y que el fenómeno de difracción se puede producir con la utilización de distintas clases de ondas.

5.2.1.6 Desarrollo, socialización y resultado del experimento (Parte No. 3)

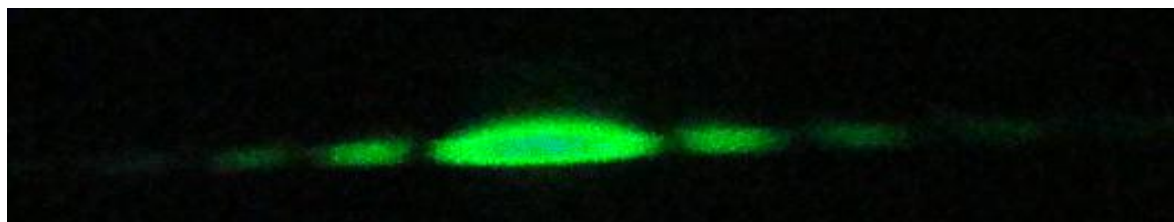
Solicite a los estudiantes que desarrollen la parte No. 3 de la guía (Ver anexo A).

En el momento en el que se vaya a realizar la socialización se deben orientar para que puedan establecer las relaciones que se dan entre el ancho de cada rendija y el patrón de difracción observado.

Relación: En la medida en que la rendija va aumentando su ancho, el patrón de difracción cambia. La franja brillante central es más grande en la medida que el ancho de la rendija se va estrechando (existe una relación inversamente proporcional entre el ancho de la rendija y el ancho de la franja central dentro del patrón de difracción). (Ver fotografías 5.2.1-5).

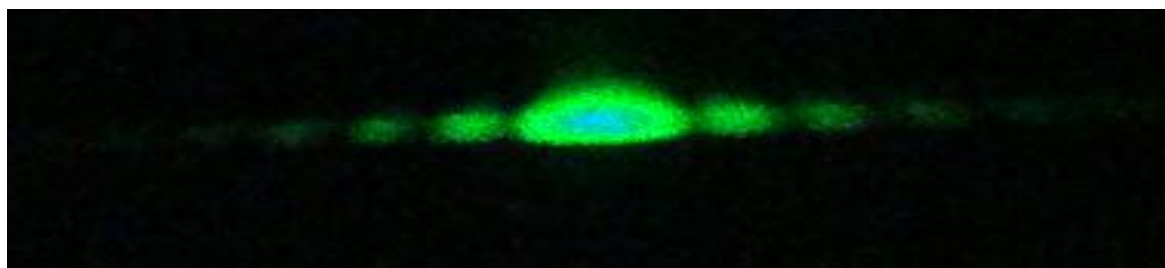
a) Medida del ancho de rendija: 0,5 mm

Patrón Observado



b) Medida del ancho de rendija: 1 mm

Patrón Observado



Fotografía 5.2.1-5 *Patrones de difracción observado a través de rendija única lineal que va aumentando su ancho.*

5.2.1.7 Desarrollo y resultado del experimento (Parte No. 4):

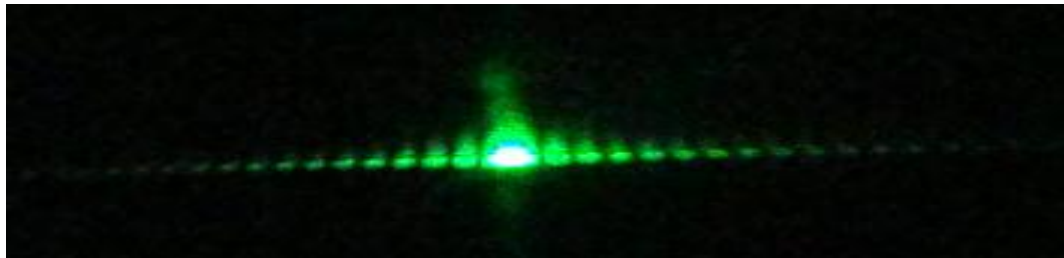
Solicite a los estudiantes que desarrollen la parte No. 4 de la guía (ver anexo A).

El patrón de difracción observado por los estudiantes para cada una de las rendijas y distancia de éstas a la pantalla debe ser similar al mostrado en la fotografía 5.2.1-6.

a) Ancho de rendija: 0,5 mm

Distancia entre la rendija a la pantalla 60 cms

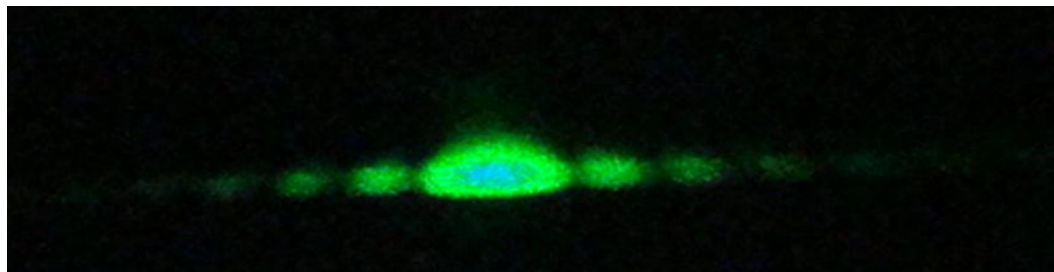
Patrón observado



b) Ancho de rendija: 0,5 mm

Distancia entre la rendija a la pantalla 90 cms.

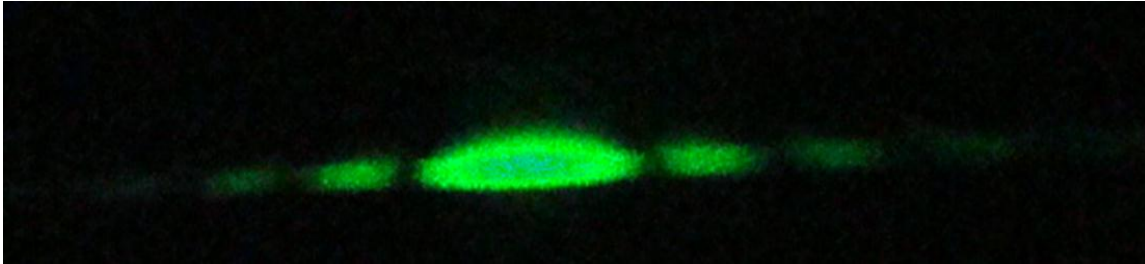
Patrón observado



c) Ancho de rendija: **0,5 mm**

Distancia entre la rendija a la pantalla 120 cms.

Patrón observado



Fotografía 5.2.1-6 *Patrones de difracción observados a través de una rendija lineal única cambiando la distancia de ésta a la pantalla.*

5.2.1.8 Socialización de resultados y construcción de conclusiones (Parte No. 4):

En la socialización del trabajo es importante orientar a los estudiantes para que con las relaciones observadas puedan concluir que entre menor sea la distancia pantalla-rendija, el espacio entre los mínimos de intensidad del patrón de difracción es más pequeño y entre mayor sea la distancia pantalla-rendija, el espacio entre los mínimos de intensidad del patrón de difracción es más grande, esto quiere decir que existe una relación directa entre la distancia entre la rendija y la pantalla, y la distancia entre los mínimos de intensidad del patrón de difracción.

Por último y con la participación de los estudiantes, realice un repaso de las conclusiones establecidas con el trabajo, nombrando y escribiendo un listado en el tablero de las mismas con el fin de que los estudiantes las escriban en la quinta parte de la guía (Ver anexo A).

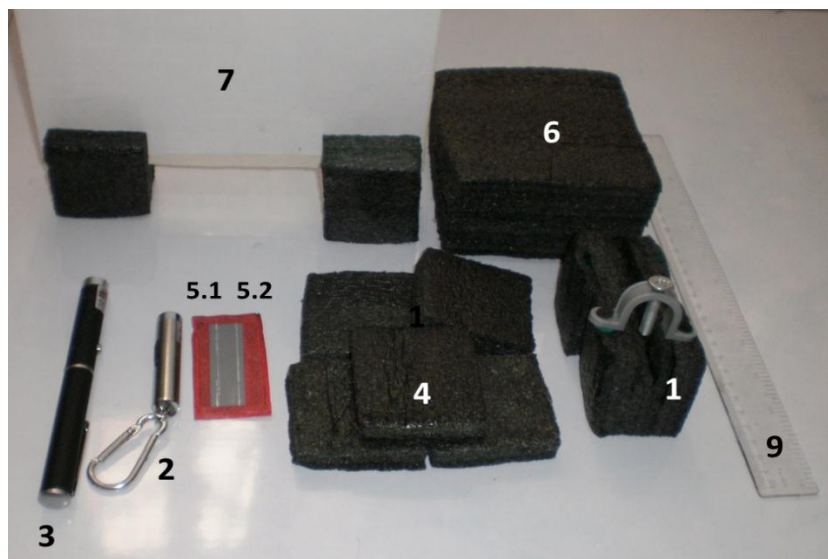
5.2.2 Actividad. Rendijas dobles unidimensionales

OBJETIVO:

Describir el patrón de difracción obtenido al iluminar dos rendijas unidimensionales con una fuente de luz coherente, estableciendo relaciones entre las variables involucradas, tal como la separación entre rendijas, su ancho y su distancia a la pantalla, utilizando para ello la Metodología de Aprendizaje Activo.

MATERIALES Y ELEMENTOS (Ver fotografía. 5.2.2-1)

1. Soporte para sostener láser.
2. Apuntador láser rojo (uno por grupo)
3. Apuntador láser verde. (Uno para el docente)
4. Soportes de nivelación.
5. Rendijas lineales dobles paralelas del mismo ancho, que varían su separación (dos rendijas dobles con una separación entre rendijas de 0.5 mm (5.1) y 1 mm (5.2) respectivamente, manual (3.3.6))
6. Soporte para sostener rendijas
7. Pantalla.
8. Guía de trabajo para el estudiante (Ver anexo A)
9. Una regla.



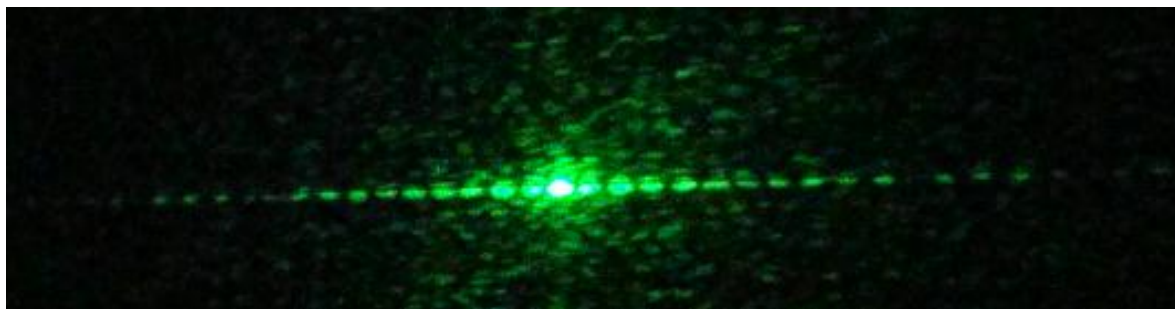
Fotografía 5.2.2-1 Materiales y elementos a utilizar en el desarrollo de actividad No. 2.

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

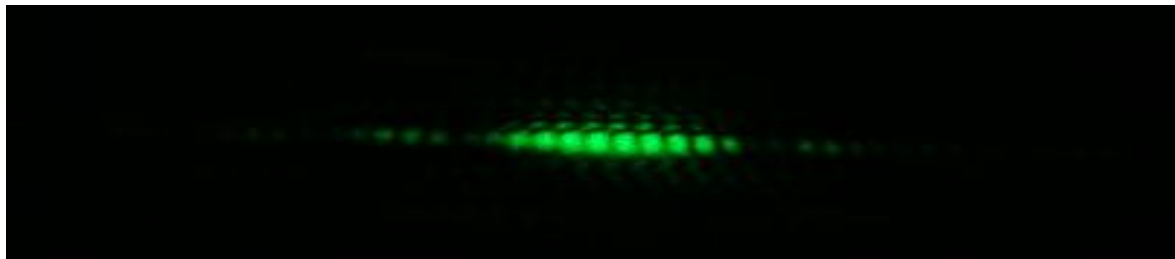
5.2.2.1 Divida el curso en grupos de máximo tres estudiantes, teniendo en cuenta la distribución establecida en el trabajo realizado previamente con la construcción del material y el desarrollo de la actividad No. 1. (La intención es que cada grupo trabaje con el material que construyó). Solicíteles que desarrollen la primera parte de la guía No. 2 (Ver anexo A).

5.2.2.2. Resultado del experimento (Parte No. 1):

El patrón de difracción observado por los estudiantes por cada una de las rendijas debe ser como el mostrado en la fotografía 5.2.2-2 y 5.2.2-3. Hay una franja brillante más grande en el centro del patrón (orden cero de difracción) con una serie de franjas oscuras (mínimos) y brillantes (máximos) más pequeñas a cada lado (los demás ordenes de difracción, dispuestos simétricamente a ambos lados del orden cero). Las franjas brillantes (máximos) son más anchas que las oscuras (mínimos) y en la medida en que la separación de las rendijas va aumentando, el patrón de difracción es parecido, pero los máximos van disminuyendo su ancho y por lo tanto están cada vez más cerca. Entre menor sea la separación rendijas, los anchos de los máximos son mayores y por lo tanto están más separados.



Fotografía 5.2.2-2 Patrón de difracción observado a través de rendija doble con separación entre rendijas de **0,5 mm (5.1)**.

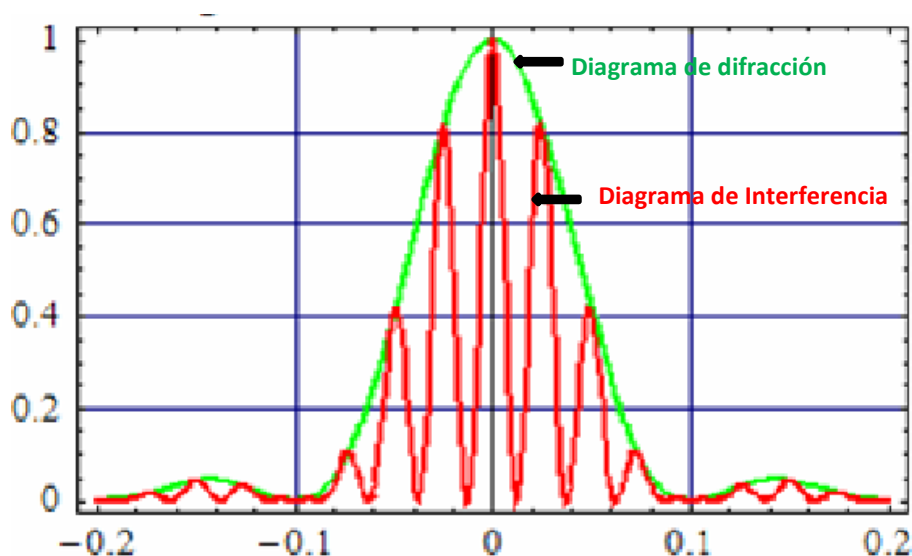


Fotografía 5.2.2-3 Patrón de difracción observado a través de rendija doble con separación entre rendijas de **1 mm (5.2)**.

5.2.2.3. Socialización de resultados y construcción de conclusiones (Parte No. 1):

En esta parte, en la medida que se va desarrollando la socialización, es importante guiar a los estudiantes para que puedan establecer relaciones entre las distancias de separación de las rendijas y el patrón observado (separación entre mínimos de difracción) para que ellos por si solos lleguen a la conclusión de que existe una relación inversamente proporcional entre el espacio de separación de las rendijas y la separación entre los mínimos del patrón de difracción.

En el experimento de la doble rendija, eventualmente se alcance a observar un patrón de franjas de igual ancho al interior de los máximos del patrón de difracción, este patrón de franjas interno es debido a la interferencia entre las ondas provenientes directamente de las dos rendijas, no permita que la discusión sobre la descripción de las franjas de difracción se confunda con la de las franjas de interferencia, ya que esto se sale del alcance de esta actividad. Para esto utilice la gráfica 5.2.2-1, la cual representa un corte a lo largo del patrón de difracción en donde se puede observar la variación de intensidades al interior del patrón, en esta gráfica el patrón de difracción es mostrado por la envolvente de color verde y el patrón de interferencia por las intensidades mostradas en rojo.



Gráfica 5.2.2-1 *Intensidades en un proceso de difracción e interferencia con la utilización de una rendija doble.*

Ahora, junto con los estudiantes construya un listado en el tablero de las conclusiones del trabajo realizado, teniendo en cuenta escoger el lenguaje de los estudiantes más apropiado y no dejar pasar por alto la idea de la conclusión a continuación expuesta.

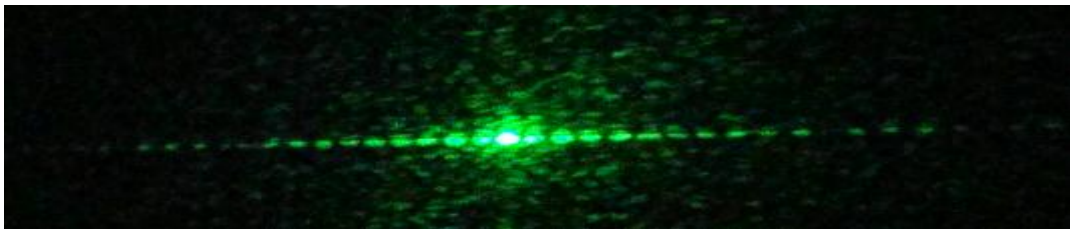
Conclusión:

- ∞ Existe una relación inversamente proporcional entre la separación de las rendijas y la distancia entre los mínimos dentro del patrón de difracción.

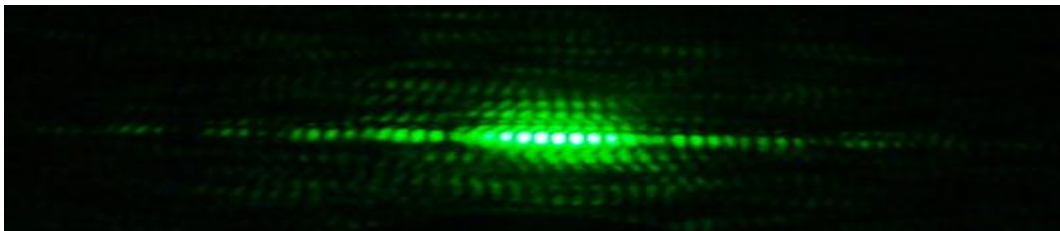
5.2.2.4 Desarrollo y resultado del experimento (Parte No. 2):

Solicite a los estudiantes que desarrollen la parte No. 2 de la guía (Ver anexo A). El patrón de difracción observado por los estudiantes con la utilización de la rendija doble (cuya separación entre rendijas es **0.5 mm**) y las diferentes distancias entre ésta a la pantalla debe ser similar al mostrado en la fotografía 5.2.2-4.

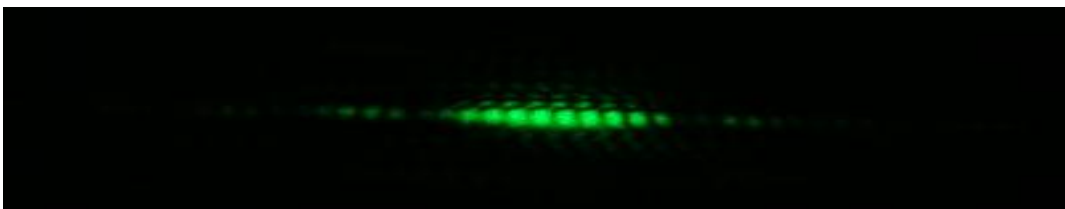
- a) Distancia de separación entre las rendijas: **0.5 mm (5.1)**
 Distancia de la rendija a la pantalla: **60 cms**



- b) Distancia de separación entre las rendijas: **0.5 mm (5.1)**
 Distancia de la rendija a la pantalla: **90 cms**



- c) Distancia de separación entre las rendijas: **0.5 mm (5.1)**
 Distancia de la rendija a la pantalla: **120 cms**



Fotografía 5.2.2-4 *Patrones de difracción observados a través de una rendija doble lineal paralela cuando varía la distancia de la pantalla a la rendija.*

5.2.2.5 Socialización de resultados y construcción de conclusiones (Parte No. 2):

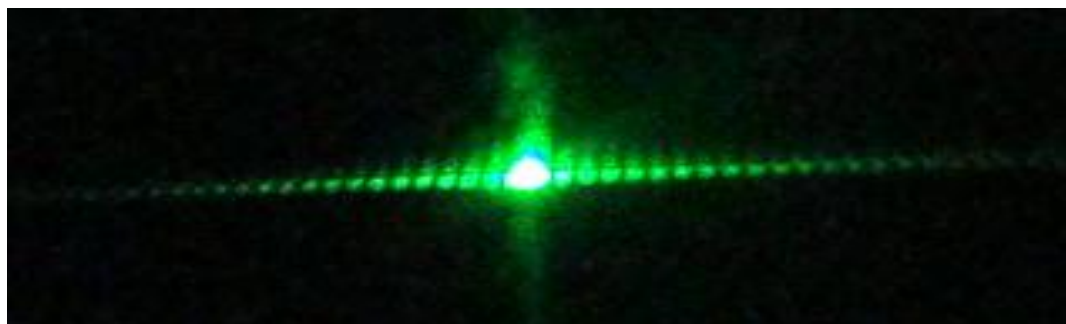
En la socialización del trabajo es importante orientar a los estudiantes para que con las relaciones observadas puedan concluir que entre menor sea la distancia pantalla- rendija, el espacio entre los mínimos del patrón de difracción es más pequeño y entre mayor sea la distancia pantalla- rendija, el espacio entre los mínimos del patrón de difracción es más grande, esto quiere decir que existe una relación directa entre la distancia entre la rendija y la pantalla, y la distancia entre los mínimos del patrón de difracción.

5.2.2.6 Desarrollo, socialización y resultado del experimento (Parte No. 3)

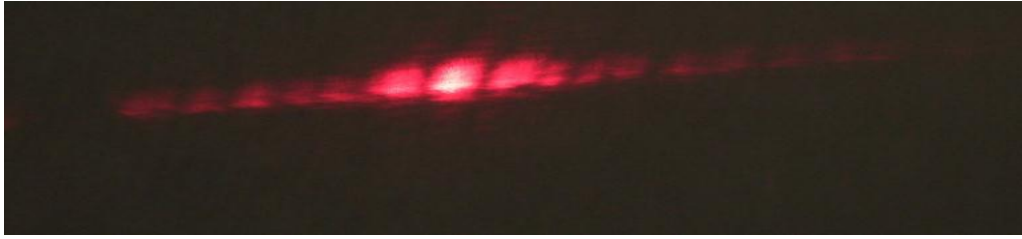
Solicite a los estudiantes que desarrollen la parte No. 3 de la guía (Ver anexo A).

Realice usted el experimento utilizando la rendija doble de **0,5 mm (5.1)** de separación y una distancia de **30 cms** de distancia entre la rendija y la pantalla con el láser de luz roja (2), permita que todos los estudiantes vean el patrón de difracción obtenido y realice de éste un dibujo en el tablero. (El patrón de difracción observado debe ser similar al que se muestra en la fotografía 5.2.2-5)

Ahora, utilizando el mismo montaje anterior cambie solamente el láser de luz roja por el láser de luz verde (3) y de nuevo permita que todos los estudiantes observen el patrón y realice un dibujo de éste en el tablero. (El patrón de difracción observado debe ser similar al que se muestra en la fotografía 5.5.2-6)

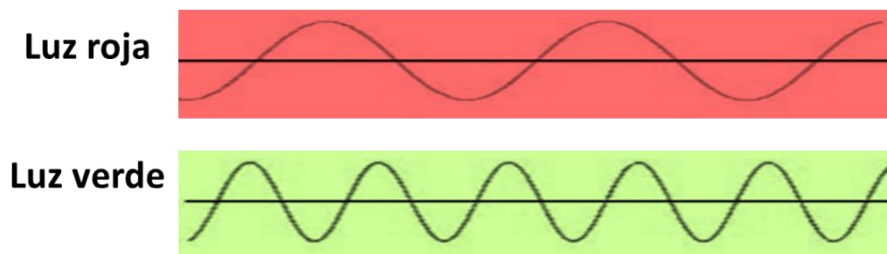


Fotografía 5.2.2-5 *Patrón de difracción observado con la utilización de luz Verde.*



Fotografía 5.2.2-6 Patrón de difracción observado con la utilización de luz roja.

Solicite a los estudiantes que comparen los dibujos de los patrones observados y que construyan una conclusión al respecto. Ahora, teniendo en cuenta las ideas expuestas, guíe a los estudiantes a establecer que el número de longitudes de onda que caben en el camino de una rendija a la pantalla, depende de la longitud de onda de la luz utilizada (ya que ésta según el color puede tener diferentes longitudes de onda), esto quiere decir que la diferencia de fase está relacionada con la diferencia de longitudes de onda que caben en este camino y eso depende de la luz utilizada. Cuando se utiliza un láser verde que tiene una longitud de onda más corta que el láser rojo (Ver gráfica 5.2.2-2) ocasiona una menor distancia entre los mínimos en el patrón de difracción.



Gráfica 5.2.2-2 Longitudes de onda de luz roja y verde.

Por último plantéelos a los estudiantes la siguiente pregunta y escríbala en el tablero ¿Qué diferencia tiene el patrón de difracción observado con la rendija doble y el observado en la actividad No. 1 cuando se trabajó con la rendija única lineal?; Propicie un debate basado en las respuestas de cada grupo, con la intención de orientar a los estudiantes a establecer que los dos patrones son similares, ya que los dos tienen una serie de franjas oscuras (mínimos) y brillantes (máximos), pero los anchos de las franjas son diferentes. En el patrón de difracción observado con la rendija lineal única la franja brillante central (orden cero de difracción) es mucho más ancho que las demás y los demás órdenes están espaciados de igual manera. En el trabajo con la rendija doble, el patrón de difracción observado muestra todas las franjas brillantes (máximos) casi del mismo ancho y espaciadas de igual manera.

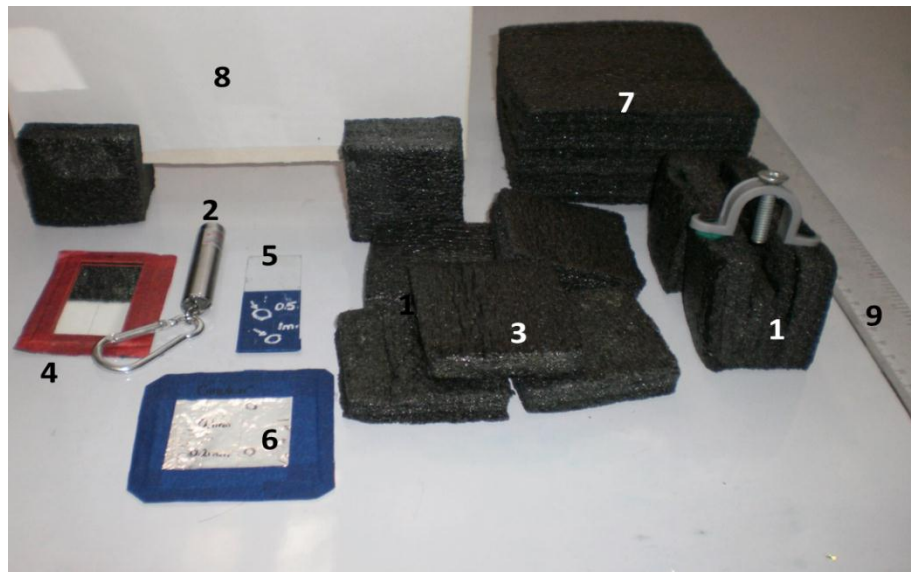
5.2.3 Actividad. Rendija cuadrada y circular

OBJETIVO:

Describir el patrón de difracción obtenido al iluminar una rendija cuadrada y una circular con una fuente de luz coherente, estableciendo relaciones entre las variables involucradas, tal como las dimensiones de las rendijas y su distancia a la pantalla, utilizando para ello la Metodología de Aprendizaje Activo.

MATERIALES Y ELEMENTOS (Ver fotografía 5.2.3-1)

1. Soporte para sostener láser.
2. Láser de luz roja.
3. Soportes de nivelación.
4. Rendija lineal individual (Manual 3.3.1)
5. Rendijas cuadradas con diferentes dimensiones: 0.5 mm de lado (5.1) y 1 mm de lado (5.2) (Manual 3.3.4).
6. Rendija circular (Manual 3.3.5).
7. Soporte para sostener rendijas
8. Pantalla.
9. Guía de trabajo para el estudiante (Ver anexo A)
10. Una regla.



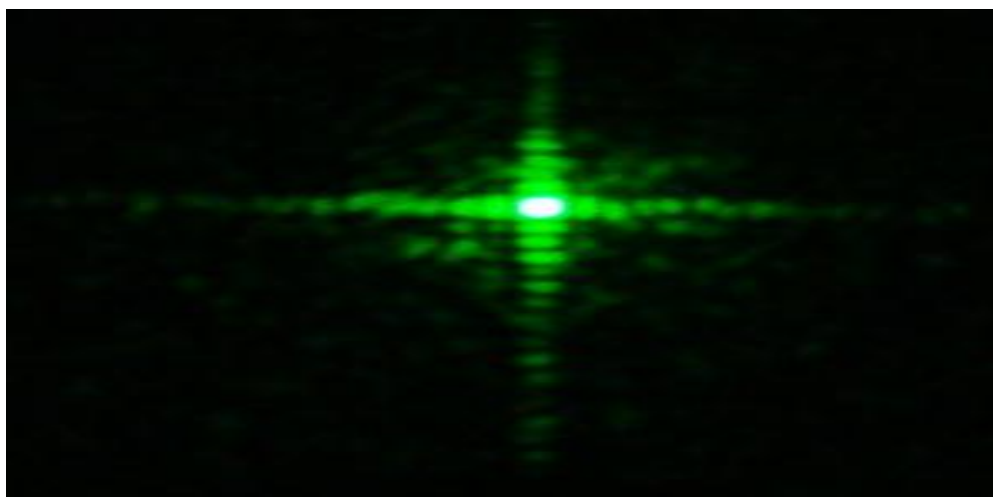
Fotografía 5.2.3-1 Materiales y elementos a utilizar en el desarrollo de actividad No. 3.

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

5.2.3.1. Divida el curso en grupos de máximo tres estudiantes, teniendo en cuenta la distribución establecida en el trabajo realizado previamente con la construcción del material y el desarrollo de las actividades No. 1 y 2. Solicíteles que desarrollen la parte No. 1 de la guía No. 3 (Ver anexo A).

5.2.3.2. Resultado del experimento (Parte No. 1):

El patrón de difracción observado por los estudiantes para la rendija cuadrada debe ser como el mostrado en la fotografía 5.2.3-2, hay patrones de franjas horizontal y verticalmente.



Fotografía 5.2.3-2 *Patrón de difracción observado a través de una rendija cuadrada.*

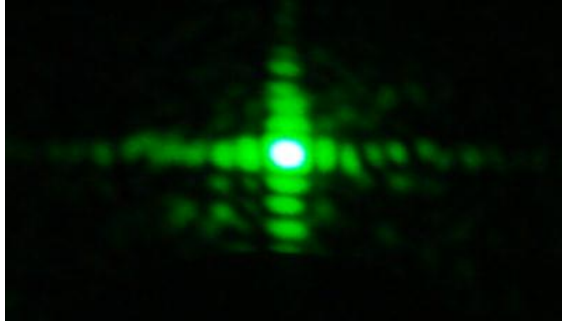
5.2.3.3. Socialización de resultados y construcción de conclusiones (Parte No.1)

En esta parte, en la medida que se va desarrollando la socialización, es importante guiar a los estudiantes para aclarar que el patrón observado con la rendija lineal única colocada verticalmente, se extiende horizontalmente ya que las ondas de luz son restringidas horizontalmente, que el patrón observado con la rendija lineal única colocada horizontalmente se extiende verticalmente ya que las ondas de luz son restringidas verticalmente y que el patrón observado para la rendija cuadrada se extiende en los dos sentidos (horizontal y verticalmente) ya que las ondas son restringidas en los dos sentidos.

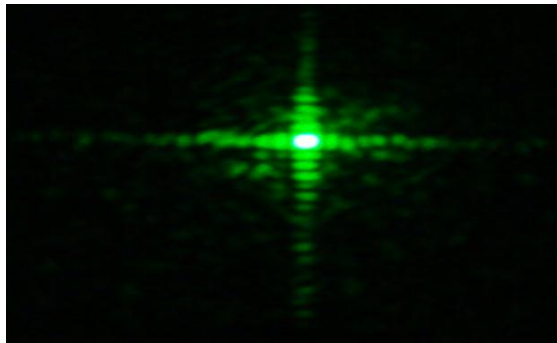
Por otro lado se debe guiar la socialización para establecer que la relación que existe entre las dimensiones de la rendija cuadrada y el ancho de los máximos de intensidad en el patrón de difracción, es inversamente proporcional, ya que entre más pequeñas sean las dimensiones de la rendija

cuadrada, más anchos son los máximos de intensidad (ancho de las franjas brillantes) (Ver fotografía 5.2.3-3)

a) Agujero cuadrado de dimensiones: **0,5 mm x 0,5 mm**



b) Agujero cuadrado de dimensiones: **1 mm x 1 mm**



Fotografía 5.2.3-3 *Patrones de difracción observados a través de una rendija circular que varía sus dimensiones.*

5.2.3.4. Desarrollo, socialización y resultado del experimento (Parte No. 2):

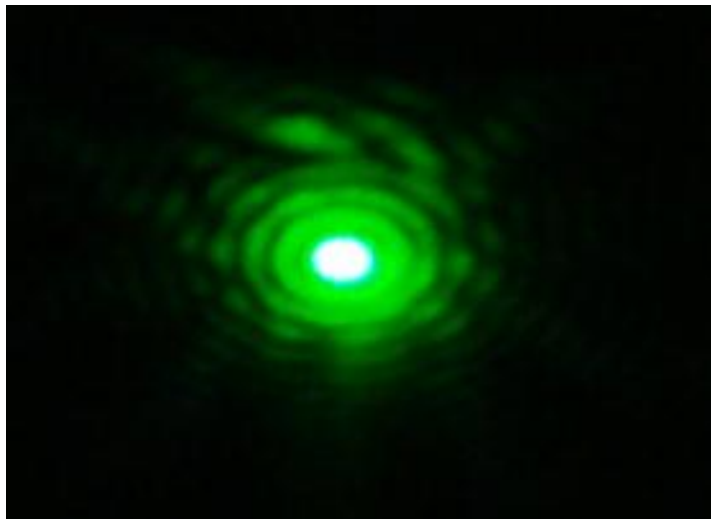
Solicite a los estudiantes que desarrollen la parte No. 2 de la guía (Ver anexo A)

En la socialización del trabajo es importante orientar a los estudiantes para que con las relaciones establecidas a partir de las observaciones realizadas, puedan concluir que entre más cerca este la pantalla a la rendija, el espaciado entre los mínimos del patrón de difracción es más pequeño y entre más lejos este la pantalla de la rendija, el espaciado entre los mínimos del patrón de difracción es más grande, esto quiere decir que existe una relación directa entre la distancia entre la rendija-pantalla, y el espaciado entre los mínimos del patrón de difracción.

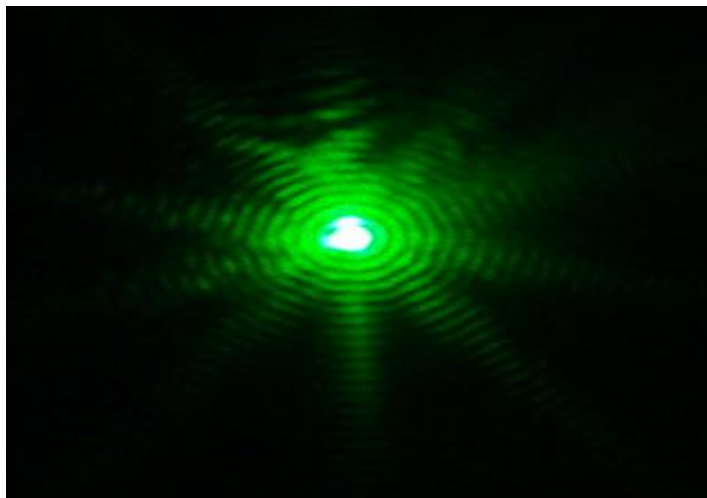
5.2.3.5. Desarrollo, socialización y resultado del experimento (Parte No. 3):

Solicite a los estudiantes que desarrollen la parte No. 3 de la guía (Ver anexo A).

En el momento de la socialización se debe guiar a los estudiantes para que establezcan que cuando las ondas de luz pasan por la rendija circular, existe una restricción en todas las direcciones (debido a la forma geométrica del círculo) haciendo que el patrón observado sean círculos concéntricos alternados brillantes (máximos de intensidad) y oscuros (mínimos de intensidad), los llamados anillos de Airy. (Ver fotografías 5.2.3-4 y 5.2.3-5)

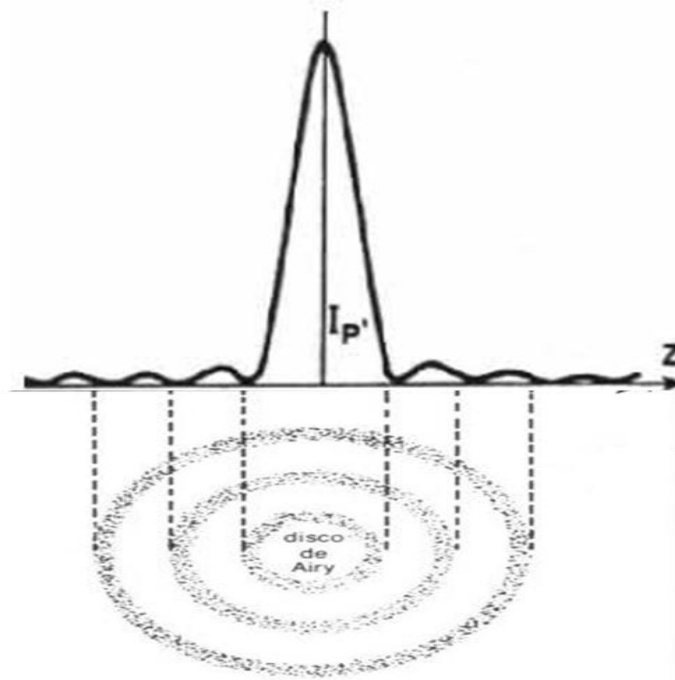


Fotografía 5.2.3-4 *Patrón de difracción observado a través de rendija redonda de 1mm.*



Fotografía 5.2.3-5 *Patrón de difracción observado a través de rendija redonda de 2mm.*

Utilice la siguiente gráfica³⁰ 5.2.3-1 para mostrarles a los estudiantes la distribución de la intensidad de la luz difractada en el experimento realizado con una sola rendija circular.



Grafica 5.2.3-1 *Distribución de intensidad de la luz para una rendija circular.*

En el momento en el que los estudiantes socialicen su trabajo con el cambio de dimensiones de la rendija circular, se puede dirigir la discusión a extrapolar para una rendija circular, lo que se estableció para una rendija lineal y una cuadrada con respecto al ancho de los máximos de intensidad en el respectivo patrón de difracción: que el ancho de los anillos concéntricos brillantes (ancho de los máximos de intensidad) va disminuyendo a medida que las dimensiones de la rendija circular va aumentando.

5.2.3.6. Desarrollo, socialización y resultado del experimento (Parte No. 4):

Solicite a los estudiantes que desarrollen la parte No. 4 de la guía (Ver anexo A)

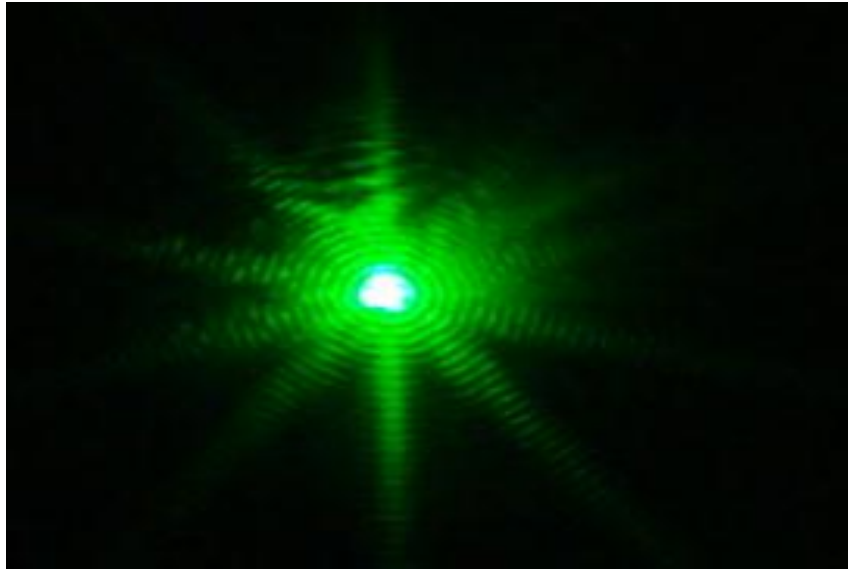
El patrón de difracción observado por los estudiantes para la rendija circular (construida con aguja de **1mm**) y las diferentes distancia entre ésta a la pantalla debe ser como el mostrado en la fotografía 5.2.3-6.

³⁰ Imágenes recuperadas el 22 de Abril de 2012 de URL
<http://fisicaoptica.blogia.com/upload/20081104065502-figura-4.jpg>

a) Rendija circular construida con aguja de **1mm**

Distancia de las rendijas a la pantalla **30 cms**

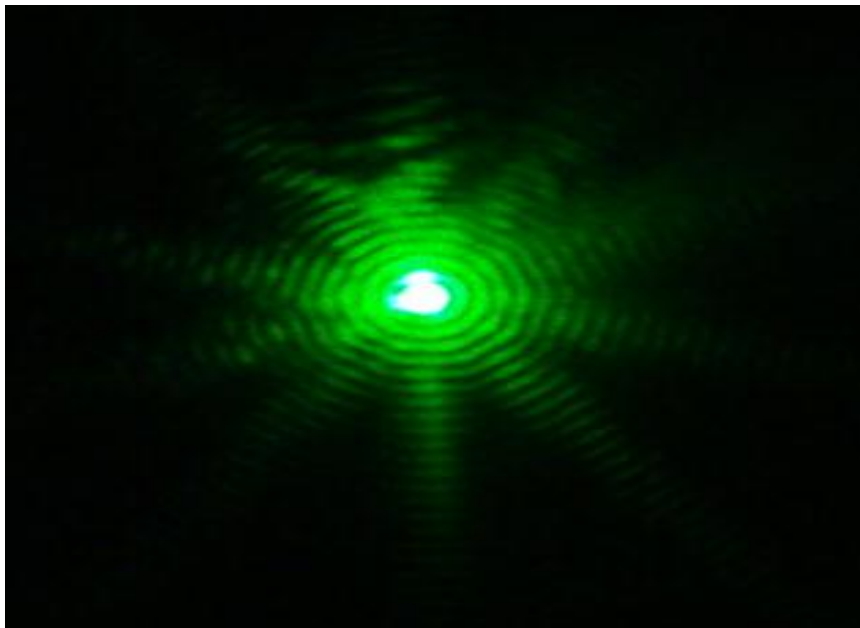
PATRÓN OBSERVADO



b) Rendija circular construida con aguja de **1mm**

Distancia de las rendijas a la pantalla **60 cms**

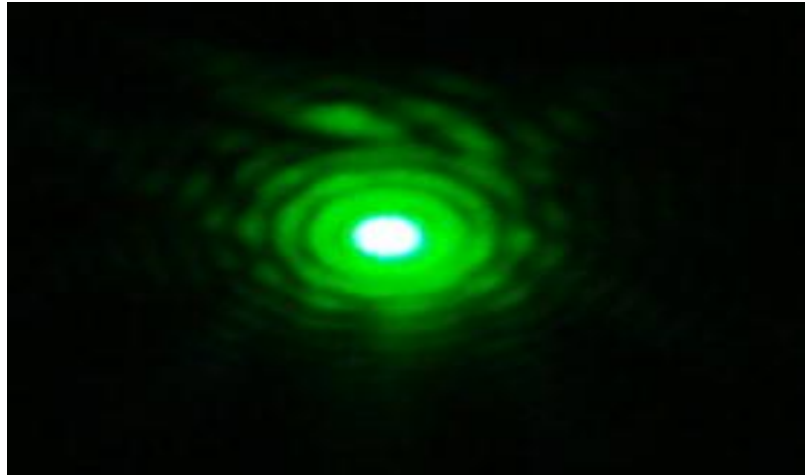
PATRÓN OBSERVADO



c) Rendija circular construida con aguja de 1mm

Distancia de las rendijas a la pantalla 90 cms

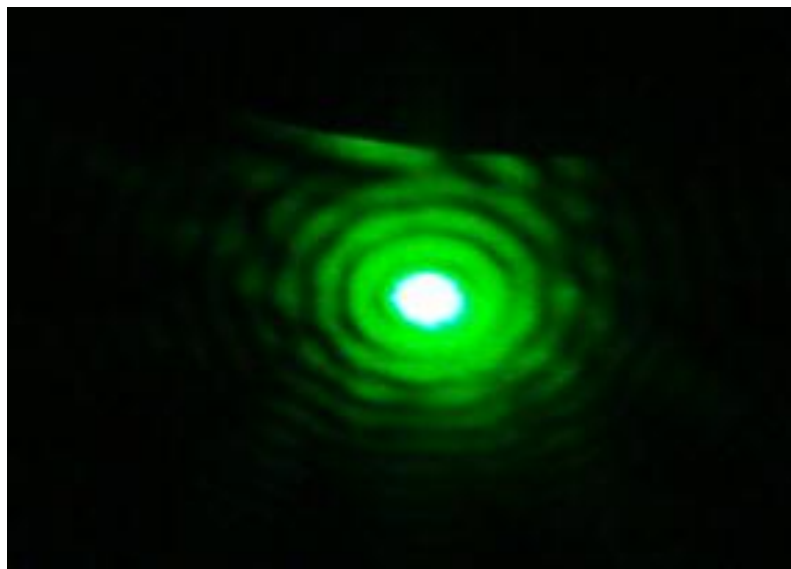
PATRÓN OBSERVADO



d) Rendija circular construida con aguja de 1mm

Distancia de las rendijas a la pantalla 120 cms

PATRÓN OBSERVADO



Fotografía 5.2.3-6 *Patrones de difracción observados a través de una rendija circular cuando varia la distancia de la pantalla a la rendija.*

En la socialización del trabajo es importante orientar la discusión de los estudiantes para que con las relaciones establecidas a partir de las observaciones realizadas, puedan concluir que entre menor sea la distancia pantalla-rendija, el ancho de los círculos concéntricos brillantes del patrón de difracción (ancho de los máximos de intensidad) es menor, y entre mayor sea la distancia pantalla-rendija, el espacio entre los círculos concéntricos brillantes (ancho de los máximos de intensidad) es mayor, esto quiere decir que existe una relación directa entre la distancia rendija-pantalla y el ancho de los máximos de intensidad.

5.2.4 Actividad. Rejilla de difracción

OBJETIVO:

Describir el patrón de difracción obtenido al iluminar una rejilla con una fuente de luz coherente, estableciendo relaciones entre las variables involucradas, tal como su frecuencia y la distancia rejilla-pantalla, utilizando para ello la Metodología de Aprendizaje Activo.

MATERIALES Y ELEMENTOS (Ver fotografía 5.2.4-1)

1. Soporte para sostener láser.
2. Apuntador láser rojo
3. Soportes de nivelación.
4. Rejillas de difracción construidas digitalmente con utilización de Software (Mirar numeral 3.3.8 de manual y utilizar anexos correspondientes). Rejilla de frecuencia **0.14 mm** (4.1), Rejilla de frecuencia **0.058 mm** (4.2), Rejilla de frecuencia **0.04 mm** (4.3) (Manual 3.3.8)
5. Soporte para sostener rendijas
6. Pantalla.
7. Guía de trabajo para el estudiante (Ver anexos A).
8. Una regla.



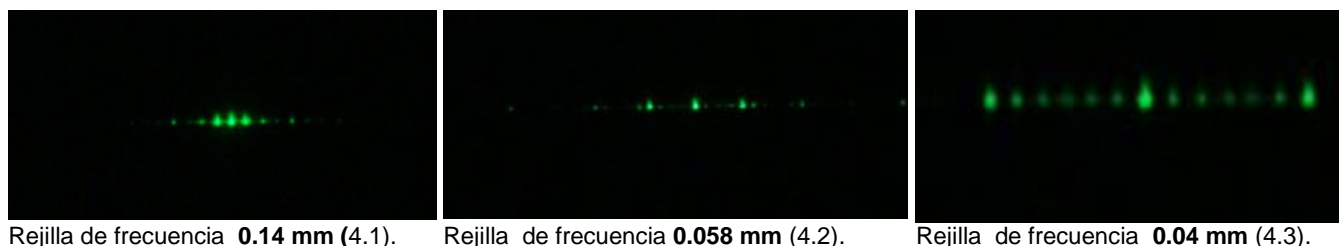
Fotografía 5.2.4-1 *Materiales y elementos a utilizar en el desarrollo de actividad No. 4.*

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

5.2.4.1 Divida al curso en grupos de máximo tres, teniendo en cuenta la distribución establecida en el trabajo realizado previamente con la construcción del material y el desarrollo de las actividades No. 1, 2 y 3. Solicíteles que desarrollen la primera parte de la guía No. 4 (Ver anexo A).

5.2.4.2 Resultado del experimento:

El patrón de difracción observado por los estudiantes por cada una de las rejillas debe ser como el mostrado en la fotografía 5.2.4-2. Podemos observar franjas oscuras (mínimos de intensidad) alternando con franjas brillantes (máximos de intensidad) como en actividades desarrolladas anteriormente.



Fotografía 5.2.4-2 Patrones de difracción a través de rejillas que varían su frecuencia.

5.2.4.3 Socialización de resultados y construcción de conclusiones:

En esta parte, en la medida que se va desarrollando la socialización, es importante guiar a los estudiantes para que puedan establecer relaciones entre la frecuencia de las rejillas y el patrón de difracción observado, para que ellos por si solos lleguen a la conclusión de que al aumentar la frecuencia de las rejillas, las franjas brillantes (máximos de intensidad) son más angostas y las oscuras (mínimos de intensidad) más anchas, tal que se puede observar un patrón de puntos separados.

5.2.4.4 Desarrollo, socialización y resultado del experimento (Parte No. 2):

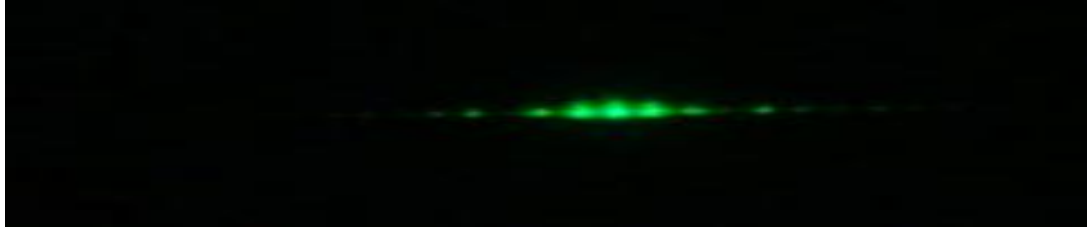
Solicite a los estudiantes que desarrollen la parte No. 2 de la guía (Ver anexo A).

En la socialización del trabajo es importante orientar a los estudiantes para que con las relaciones establecidas a partir de las observaciones realizadas, puedan concluir que entre más cerca este la pantalla a la rejilla, el espaciado entre los mínimos del patrón de difracción es más pequeño y entre más lejos este la pantalla de la rendija, el espaciado entre los mínimos del patrón de difracción es más grande, esto quiere decir que existe una relación directa entre la distancia entre la rendija-pantalla, y el espaciado entre los mínimos del patrón de difracción (Ver fotografía 5.2.4-3).

a) Frecuencia de la rejilla: **0,058 mm**

Distancia de la rendija a la pantalla **90 cm**

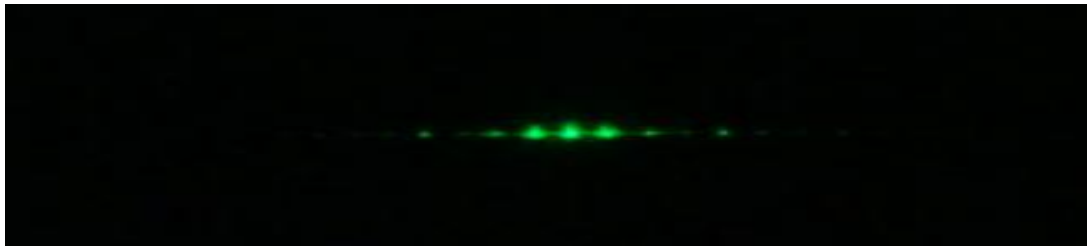
PATRÓN OBSERVADO



b) Frecuencia de la rejilla: **0,058 mm**

Distancia de la rendija a la pantalla **120 cm**

PATRÓN OBSERVADO



c) Frecuencia de la rejilla: **0,058 mm**

Distancia de la rendija a la pantalla **150 cm**

PATRÓN OBSERVADO



Fotografía 5.2.4-3 *Patrones de difracción para una rejilla cuando varía la distancia de ésta a la pantalla.*

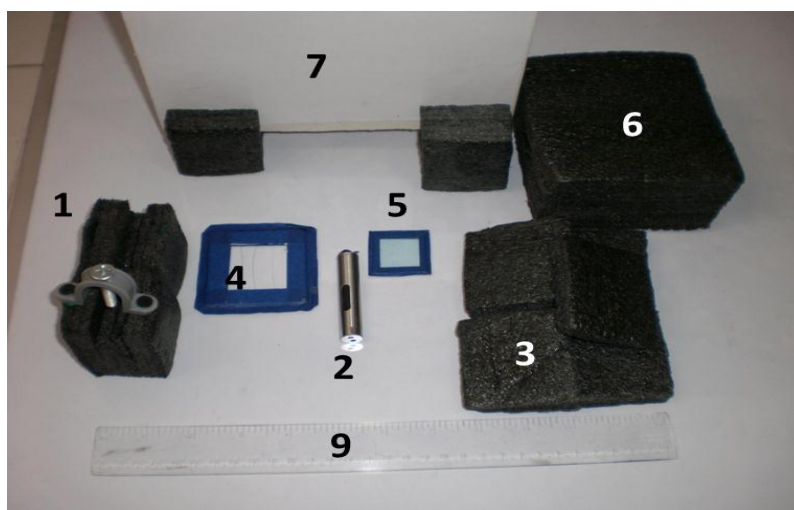
5.2.5 Actividad. Diferentes tipos de rejillas y rendijas

OBJETIVO:

Describir el patrón de difracción obtenido al iluminar diferentes tipos de rendijas y rejillas con una fuente de luz coherente, estableciendo relaciones entre las variables involucradas y que se han mencionado en actividades anteriores y, mencionar diferentes aplicaciones que tiene el fenómeno de difracción, utilizando para ello la Metodología de Aprendizaje Activo.

MATERIALES Y ELEMENTOS (Ver fotografía 5.2.5.1)

1. Soporte para sostener láser.
2. Apuntador láser rojo
3. Soportes de nivelación.
4. Rendija lineal que varía su ancho gradualmente construida con trozos de cabello (Manual 3.3.2.2).
5. Rejilla construida con CD (Manual 3.3.7).
6. Soporte para sostener rendijas
7. Pantalla.
8. Guía de trabajo para el estudiante (Ver anexo A)
9. Una regla.



Fotografía 5.2.5.1 Materiales y elementos a utilizar en el desarrollo de la actividad No. 5.

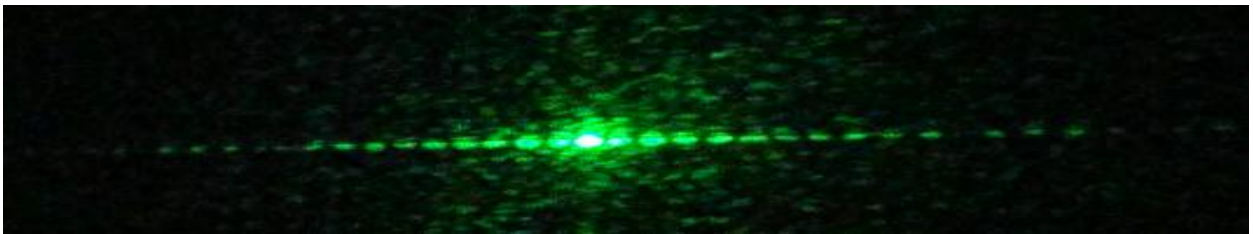
DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

5.2.5.1 Divida al curso en grupos de máximo tres estudiantes, teniendo en cuenta la distribución establecida en el trabajo realizado previamente en las actividades anteriores. Solicíteles que desarrollen la primera parte de la guía No. 5 (Ver anexo A).

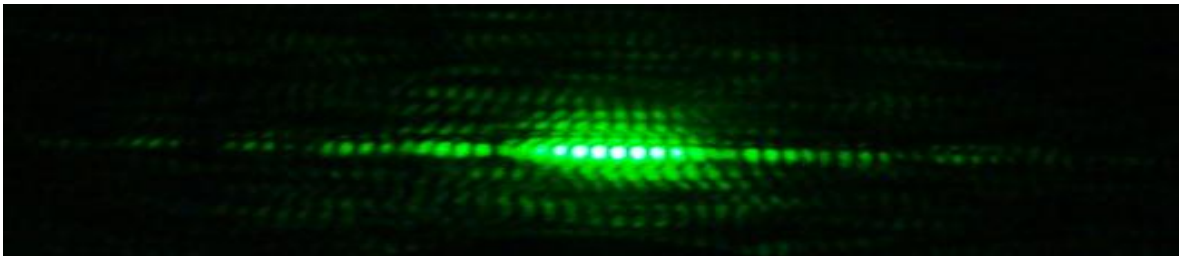
5.2.5.2. Resultado del experimento (Parte No. 1)

Los patrones de difracción observados por los estudiantes a través de la rendija de difracción construida con cabello, deben ser similares al mostrado en la fotografía 5.2.5.2.

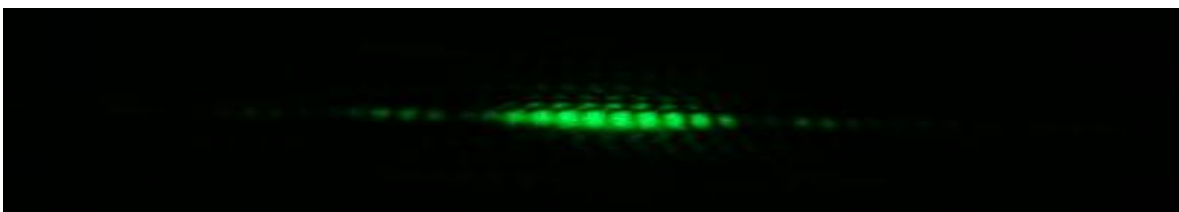
- a) Patrón de difracción observado para la rendija construida con cabello a través del cabello más delgado.



- b) Patrón de difracción observado para la rendija construida con cabello a través del cabello con grosor intermedio.



- c) Patrón de difracción observado para la rendija construida con cabello a través del cabello más grueso.



Fotografía 5.2.5.2 Patrones de difracción observados a través de rendijas lineales únicas construidas con cabello.

5.2.5.3. Socialización de resultados y construcción de conclusiones (Parte No. 1):

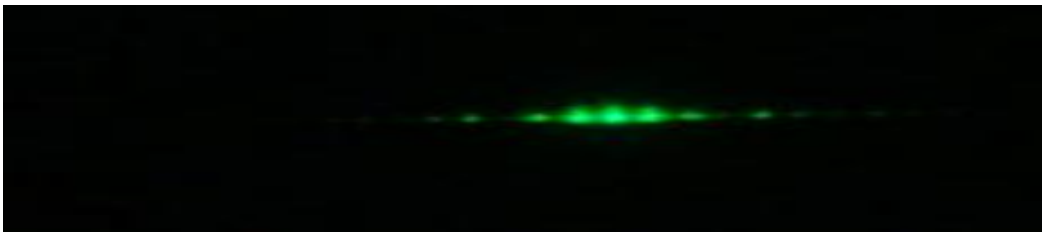
En esta parte, oriente la discusión que se dé en la socialización para que los estudiantes puedan extrapolar el concepto, reconociendo que cuando el láser pasa a través de cada cabello el patrón observado es parecido al que producido por una rendija doble.

5.2.5.4. Desarrollo y resultado del experimento (Parte No. 2):

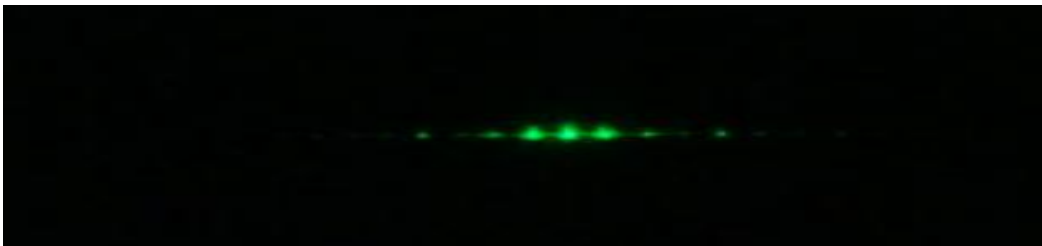
Solicite a los estudiantes que desarrollen la parte No. 2 de la guía (Ver anexo A).

El patrón de difracción observado por los estudiantes para la rejilla construida con el CD y las diferentes distancias entre ésta y la pantalla debe ser como el mostrado en la fotografía 5.2.5.3.

- a) Rejilla construida con CD.
Distancia de la rejilla a la pantalla **90 cms**



- b) Rejilla construida con CD.
Distancia de la rejilla a la pantalla **120 cms**



- c) Rejilla construida con CD.
Distancia de la rejilla a la pantalla **150 cms**



Fotografía 5.2.5.2 Patrones de difracción observados a través de rejilla construida con CD.

5.2.5.5. Socialización de resultados y construcción de conclusiones (Parte No. 2):

En la socialización del trabajo es importante orientar a los estudiantes para que con las relaciones observadas puedan concluir que cuando el láser incide en el trozo de CD, el patrón de difracción observado es igual al patrón para una rejilla de difracción con una frecuencia alta.

Por otro lado, es importante guiar la socialización para que los estudiantes establezcan la relación directa que existe entre la distancia pantalla-rendija y el espaciado entre los máximos de intensidad (en la medida en que aumenta la distancia pantalla-rendija, es más grande el espaciado entre los máximos de intensidad del patrón de difracción y en la medida que disminuye la distancia pantalla-rejilla, es mayor el espaciado entre los máximos de intensidad).

6. Conclusiones y recomendaciones

La implementación de esta propuesta le da la opción al estudiante de poner a prueba y retar su intuición. En el mundo actual, la tecnología ha acaparado los niveles de comprensión e interpretación de los jóvenes, ya que, ella muestra los procesos de forma inmediata eliminando la posibilidad de observar los fenómenos naturales, por ejemplo, los enlaces permiten que la conexión con otro sitio al que se desea acceder se haga casi instantáneamente, obviando el paso de observación, búsqueda, y dirección. Al dar en el aula un lugar a la experimentación para la construcción de conceptos como en este caso, el de difracción, se genera un espacio para darle respuesta a diferentes cuestionamientos, para construir hipótesis o propuestas que den respuesta a situaciones presentadas, enfrenta a los estudiantes a situaciones que requieren de procesos y que no se dan de manera inmediata, o a la comprensión de fenómenos por sí mismo y no a la realización de este proceso por parte de otra persona o elemento.

Al realizar la aplicación informal de la propuesta, se pudo encontrar que el ambiente de aprendizaje generó beneficios. El primero de ellos se define como un mejoramiento de la convivencia en el aula, puesto que hubo interacción constante entre estudiantes, trabajo colaborativo, interés y motivación, además de actitud positiva frente a las actividades propuestas, por ejemplo, en el laboratorio de física debido a la disposición de las mesas, los estudiantes deben situarse de a cinco por cada una de ellas, ello favorece la desatención ya es más fácil que hablen y se distraigan entre ellos, pero en el trabajo realizado con la aplicación de la propuesta, los estudiantes estaban motivados e interesados en las explicaciones sobre lo que observaban y éstas tenían lugar en las diferentes socializaciones. Así mismo, a pesar de que la propuesta está fundamentada en el modelo de aprendizaje activo, ésta permitió que en las socializaciones, el docente llegara a conceptualizaciones y explicaciones de definiciones cuando se tenía lugar para ellas, pero, de una manera más corta y efectiva por estar basadas en las observaciones y descripciones de los estudiantes, por ende, el diseño de las actividades permitió que se diera la interacción con otro tipo de métodos (metodología tradicional) que respaldaban la conceptualización en las socializaciones. El docente que llevó a cabo la aplicación informal de la propuesta, incluyó algunos de los cuestionamientos realizados en las prácticas en las evaluaciones finales del periodo escolar y encontró que en los estudiantes de 1101 sus respuestas tenían mayor argumentación y construcción propia,

mientras que en los estudiantes de 1102 se encontraba una producción más conceptual propia de la memorización de conceptos para la prueba.

Las actividades permitieron encontrar falencias en los estudiantes. En la primera actividad, el docente identificó que algunos no tenían fundamentado el concepto de ondas, a pesar de que ya se había trabajado anteriormente en clase. La actividad No. 1 le permitió al docente clarificar para algunos estudiantes y afianzar para otros, el concepto de ondas a partir de las observaciones realizadas en el espacio de las socializaciones, sin ser ello el objeto principal de la actividad sugerida.

Una dificultad encontrada, es la falta de comprensión lectora por parte de los estudiantes, por qué aunque en el manual está explícito y detallado el proceso para construir los elementos a utilizar en cada práctica, los estudiantes los pegaban mal, o medían de forma incorrecta, y se daban cuenta de los errores cuando confrontaban con el docente el diseño final de los elementos y él les hacía conscientes de su error, al leer nuevamente el manual, poniendo en evidencia sus debilidades en lectura.

La propuesta da una alternativa frente a la manipulación y uso de materiales, puesto que, aunque en el colegio en donde se produjo la aplicación informal de la propuesta, se encuentran ocho maletas dispuestas para la experimentación del tema de difracción, los docentes no hacen uso de ellas debido a la fragilidad del material y la baja responsabilidad de los estudiantes para responder por ellos en caso de algún daño, en adición, se tiende a pensar en los posibles accidentes que pueden ocurrir en alguna de las prácticas con este instrumental, así, los materiales dispuestos desde la propuesta al ser de fácil adquisición y contruidos por los mismos estudiantes deja de lado las anteriores vicisitudes que se presentan de igual manera en la mayoría de colegios.

Se debe tener en cuenta que este tipo de metodología requiere de algunos recursos. El primero a disponer es el tiempo, este tipo de modelo didáctico demanda mayor duración de cada clase puesto que se basa en la experimentación y de la puesta en común de resultados tanto individuales como grupales, sin embargo, dentro de la aplicación informal de la propuesta se encontró que el diseño de la misma permite cumplir con lo estipulado desde las proyecciones curriculares, es decir, si la aplicación de la propuesta se plantea con antelación es posible, como lo evidenció el docente que realizó la aplicación informal, que se controle el tiempo, dando un lapso de cinco minutos para cada predicción, elaboración del experimento y descripción del mismo. Por consiguiente, al aplicar toda la propuesta en estos términos de tiempo se podría ejecutar en tres sesiones, la primera para la preparación del material, la segunda para la ejecución de las actividades No. 01 – 02, y finalmente una tercera sesión para el desarrollo de las actividades 03 – 04 – 05, las cuales son más cortas.

El segundo recurso es la pertinencia de los conceptos, ya que las definiciones deben ser una construcción de las explicaciones de los estudiantes, es decir, deben conservar el vocabulario dado por los educandos con el fin de que sea aprehensible para ellos; el tercero es la apertura de espacios de socialización, puesto que es necesario confrontar

las hipótesis o propuestas de los estudiantes antes y después de cada práctica, así como su relación con el espacio cotidiano, lo cual, les permite llegar verdaderamente construir el concepto; el cuarto es la planeación, las actividades deben ser construidas cuidando el menor detalle ya que es debido a ellas que el estudiante generará la motivación hacia la clase y construye su propio conocimiento. Cada actividad llevada al aula debe desarrollarse primero por el docente para probar que en realidad cumple con los objetivos planteados.

Es importante hacer énfasis en el último recurso necesario para la buena ejecución de esta propuesta, es decir, la planeación. Como se dijo anteriormente, este trabajo consta de una guía que a su vez posee cinco actividades y estas son el resultado de un trabajo arduo en cuanto a su creación, es decir, en el proceso de construcción de la propuesta es importante programar, planear y diseñar las herramientas didácticas para que en ellas se establezcan los requerimientos conceptuales propios de la óptica y los principios didácticos de la metodología, en este caso, la *MAA*, en consecuencia, el docente que genere este proceso de planeación es un diseñador y administrador de las experiencias del aula ya que guía al estudiante en la construcción del concepto, involucra los niveles iniciales de pensamiento, genera cambios en la estructura conceptual de la ciencia y facilita las interacciones sociales en el aula. Si no se logra una buena planeación es seguro que se da lugar a una mala implementación con un buen modelo didáctico, es decir, no se permitirían los cambios en el ambiente de aprendizaje puesto que lo importante en la Física es la demostración, y una vez planeada no requiere de mucho tiempo para su ejecución, igualmente, lo importante es coincidir en la construcción de los conceptos no en la repetición de fórmulas o conceptos preestablecidos. En éste caso, antes de la aplicación de la propuesta, se solicitó al docente que realizara el material con anticipación, obteniendo así observaciones relacionadas con la claridad de algunas instrucciones que luego permitieron realizar las correcciones consideradas pertinentes.

La aplicación de la presente propuesta puede dar lugar a la motivación por lo científico dentro de los estudiantes. Aunque los experimentos sean sencillos esto permite que los estudiantes se interesen por ellos, puesto que, se les presenta un fenómeno que a simple vista no se le encontraría una razón lógica para explicar, pero al hacer uso de la observación y del punto de vista individual y colectivo para analizarlo, es más fácil obtener relaciones teóricas e interpretar resultados.

De otra parte, se podría dejar todo en las manos de la tecnología, la cual de forma titánica está solucionando nuestras expectativas frente al mundo. Muestra de ello, son los diferentes sitios web en donde se pueden encontrar ejemplos de la vida real desde la física, pero, si estos carecen de un enfoque pedagógico, no tienen gran validez dentro del aprendizaje de la ciencia, por qué se llegaría a lo que se mencionó anteriormente, a la supresión de pasos de interacción en la vida diaria como la observación, la interpretación, la socialización, etc. Es importante que cada docente se apropie de un enfoque pedagógico claro y preciso con el cual se puedan generar soluciones a los diferentes espacios, no todo está dicho y ésta propuesta es apenas una idea hacia el

mejoramiento de las practicas pedagógicas en la construcción de conceptos en las ciencias frente a todo lo posible por construir y crear.

A. Anexo: Guías diseñadas para el desarrollo del trabajo en el aula por parte del estudiante.

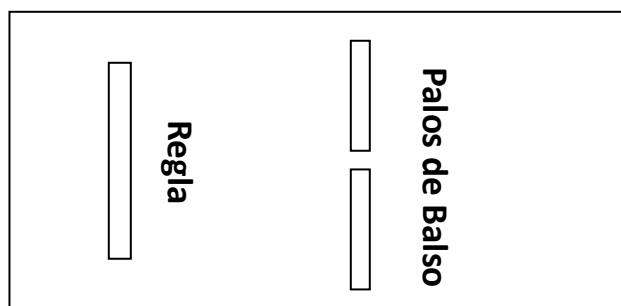
GUIA DE TRABAJO No. 1

NOMBRES: _____ GRADO: _____ FECHA: _____

PARTE No. 1

Actividad 1.1

Con los siguientes elementos: la bandeja llena de agua, los dos palos de balsa y la regla realice la siguiente distribución:



Bandeja

Predicción 1.1

Si se hiciera vibrar la regla para perturbar el agua, ¿Qué crees que sucedería con las ondas de agua cuando las perturbaciones toquen los palos de balsa? Realiza un dibujo en el siguiente espacio para darle respuesta a la pregunta.

--	--	--

Actividad 1.2

Ahora realiza el experimento moviendo la regla y dibuja en el siguiente espacio tu observación

--	--	--

Resultado 1.1

Compara el dibujo que realizaste antes de hacer el experimento y el realizado después.

Predicción 1.2

¿Qué pasaría con las ondas si la separación entre los palos de balsa aumenta o disminuye?

Actividad 1.3

Realiza el experimento varias veces cambiando la separación de los palos de balsa y dibuja lo observado en los siguientes espacios:

Medida de la distancia que separa los dos palos de balsa **1 cms**

Medida de la distancia que separa los dos palos de balsa **2 cms**

Medida de la distancia que separa los dos palos de balsa **3 cms**

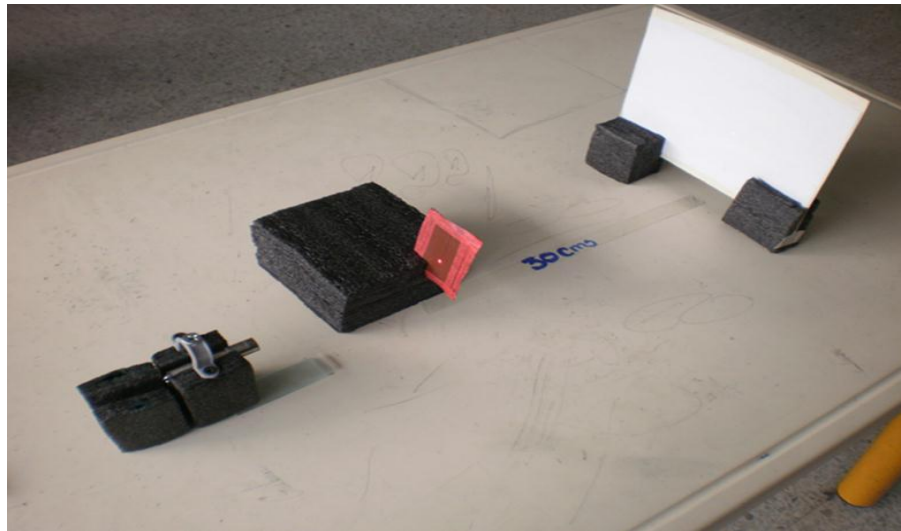
Socialización 1.1

Escribe una conclusión de las observaciones realizadas anteriormente y socializa con tus compañeros el trabajo realizado en ésta primera parte.

PARTE No. 2

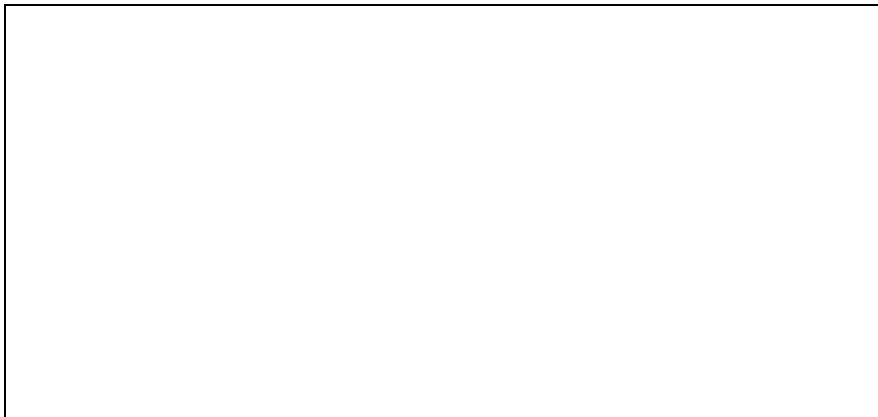
Actividad 2.1

Teniendo en cuenta el material construido con la ayuda del manual para el estudiante y la orientación de tu profesor, ubica el soporte para sostener el láser, el láser, el soporte sostenedor de rendijas, la **“Rendija lineal (individual)”** construida con el espejo, y la pantalla, como se muestra a continuación.



Predicción 2.1

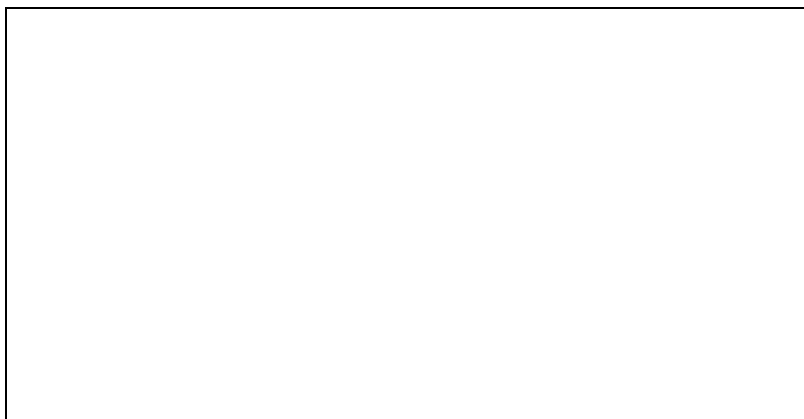
Dibuja y describe el patrón que crees se producirá en la pantalla cuando el rayo de luz láser pase a través de la rendija, utiliza el siguiente espacio como si fuera la pantalla para hacer el dibujo.



Descripción:

Actividad 2.2

Ahora realiza el experimento manteniendo el láser encendido (recuerda que el soporte construido está diseñado para esto) y dibuja el patrón que observas en el siguiente espacio que utilizaras como si fuera la pantalla para hacer el dibujo.



Descripción del patrón observado:

Resultado 2.1

Compara el patrón que predijiste antes de realizar el experimento con el observado.

Pregunta 2.1

¿Por qué crees que la imagen en la pantalla no es la de una franja brillante como es el resultado que se esperaría cuando la luz del láser pasa por una rendija recta?

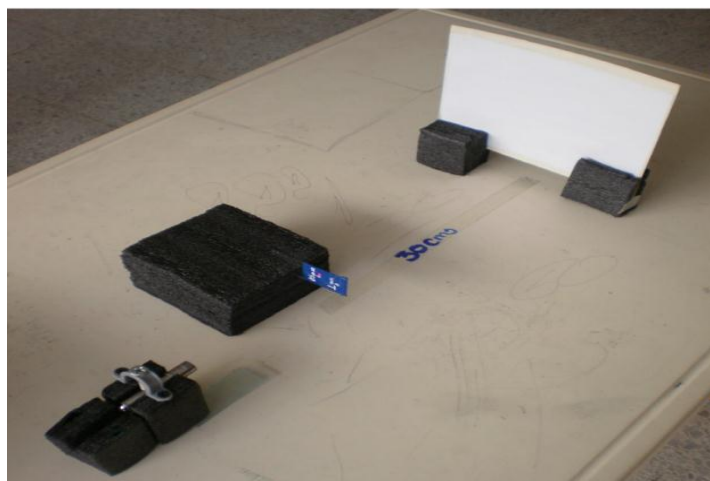
Socialización 2.1

Realiza una socialización con todo el grupo de las predicciones, observaciones y solución a las preguntas y escribe en el siguiente espacio las conclusiones grupales construidas.

PARTE No. 3

Actividad 3.1

Coloca la rendija lineal (construida con la ayuda del manual para el estudiante), llamada **“Rendija que varía su ancho gradualmente de manera paralela”** en el soporte construido para sostener las rendijas, y organiza el mismo montaje que realizaste en la parte No. 1 de la presente guía como se muestra a continuación.



Predicción 3.1

Dibuja el patrón de difracción que crees se producirá en la pantalla cuando el rayo de luz láser pase a través de cada una de las separaciones de cinta en la rendija, utiliza los siguientes espacios para hacer los dibujos, como si fueran la pantalla.

Medida del espacio: **0,5 mm**

Medida del espacio: **1 mm**

Actividad 3.2

Ahora realiza el experimento manteniendo el láser encendido y dibuja el patrón de difracción que observas en los siguientes espacios que utilizaras como si fueran la pantalla.

Medida del espacio: **0,5 mm**

Medida del espacio: **1 mm**

Resultado 3.1

Compara el patrón que predijiste antes de realizar el experimento con el observado.

Socialización 3.1

Realiza una socialización con todo el grupo de las predicciones y observaciones realizadas, y escribe en el siguiente espacio las conclusiones grupales construidas.

PARTE No. 4

Actividad 4.1

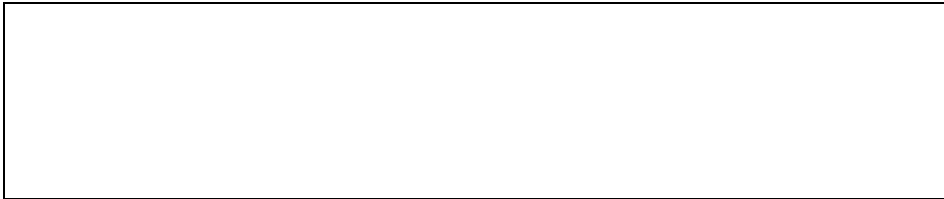
Con el mismo montaje utilizado en la parte No. 3 y con la **“Rendija que varía su ancho gradualmente de manera paralela”** vuelve a realizar el experimento con la rendija de separación de **0.5 mm** y dejando una distancia de 30 cm entre la rendija y la pantalla. Y dibuja en el siguiente espacio los datos y el patrón de difracción observado.

Ancho de rendija: **0,5 mm**

Distancia entre la rendija a la pantalla 30 cms

Predicción 4.1

Ahora dibuja en el siguiente espacio el patrón que crees que se formaría si alejamos la pantalla de la rendijas de difracción.



Actividad 4.2

Realiza nuevamente el experimento de la actividad 4.1 mínimo tres veces, alejando cada vez más la pantalla de la rendija (utiliza la misma rendija siempre), teniendo en cuenta las distancias indicadas en los siguientes espacios que además utilizaras para hacer el dibujo del patrón de difracción observado.

Ancho de rendija: **0,5 mm**

Distancia entre la rendija a la pantalla 60 cms

Ancho de rendija: **0,5 mm**

Distancia entre la rendija a la pantalla 90 cms

Ancho de rendija: **0,5 mm**

Distancia entre la rendija a la pantalla 120 cms

Resultado 4.1

Teniendo en cuenta las observaciones realizadas anteriormente, describe lo que ocurre con el espaciado entre las franjas brillantes (máximos de intensidad) cuando la pantalla se aleja cada vez más de la rendija.

Socialización 4.1

Realiza una socialización con todo el grupo de las predicciones, observaciones realizadas y respuesta a la última pregunta y escribe en el siguiente espacio las conclusiones grupales construidas.

PARTE No. 5**CONSOLIDADO DE CONCLUSIONES**

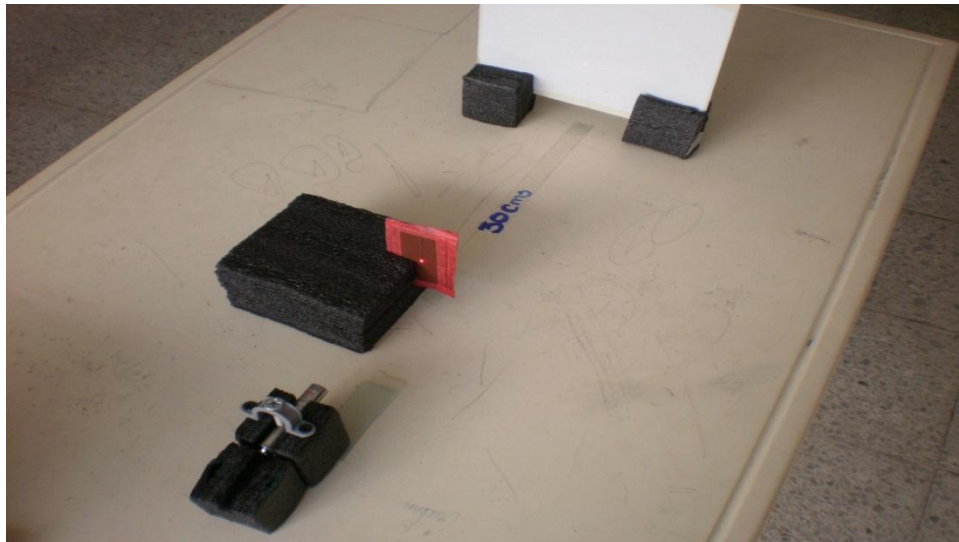
GUIA DE TRABAJO No. 2

NOMBRES: _____ GRADO: _____ FECHA: _____

PARTE No. 1

Actividad 1.1

Teniendo en cuenta el material construido con la ayuda del manual para el estudiante y la orientación de tu profesor. Ubica el soporte para sostener el láser, el láser rojo, el soporte para sostener rendijas, cada una de las **“Rendijas lineales dobles paralelas que varían su separación”** (una rendija a la vez) y la pantalla, como se muestra a continuación.



Predicción 1.1

Dibuja el patrón de difracción que crees se producirá en la pantalla cuando el rayo de luz láser pase a través de la primera rendija doble (con una separación entre rendijas de **0.5 mm (5.1)**), utiliza el siguiente espacio como si fuera la pantalla para hacer el dibujo.

**Actividad 1.2**

Ahora realiza el experimento manteniendo el láser encendido (recuerda que el soporte construido está diseñado para esto) y dibuja el patrón que observas en el siguiente espacio que utilizarás como si fuera la pantalla.

**Resultado 1.1**

Compara el patrón observado con el que predijiste.

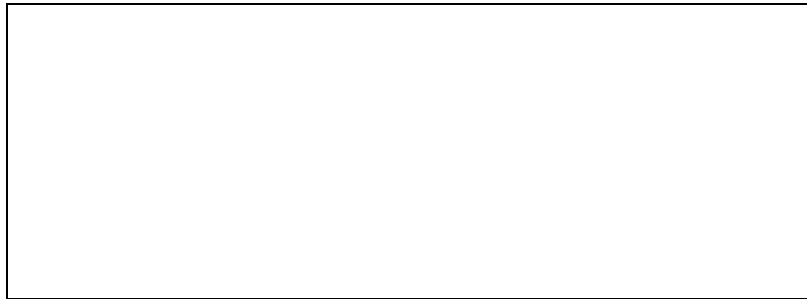
Predicción 1.2

Ahora cambia la rendija utilizada anteriormente por la que tiene una separación entre rendijas de **1 mm (5.2)** y dibuja el patrón que crees se producirá en la pantalla cuando el rayo de luz láser pase a través de ella, utiliza el siguiente espacio como si fuera la pantalla para hacer el dibujo.



Actividad 1.3

Ahora realiza el experimento manteniendo el láser encendido y dibuja el patrón que observas en el siguiente espacio que utilizaras como si fuera la pantalla.



Resultado 1.2

Compara el patrón observado con el que predijiste. ¿Qué diferencia encuentras entre el ancho de las franjas brillantes y oscuras entre este patrón y el observado en el experimento anterior?

Resultado 1.3

Escribe una conclusión que pueda explicar la relación que hay entre la separación de las rendijas dobles y el patrón de difracción observado.

Resultado 1.4

Plantea una relación matemática simple entre la separación entre rendijas y la distancia entre mínimos en el patrón de difracción observado.

Socialización 1.1

Realiza una socialización con todo el grupo de las predicciones, observaciones, y conclusiones realizadas y escribe en el siguiente espacio las conclusiones grupales construidas.

PARTE No. 2**Actividad 2.1**

Con el mismo montaje utilizado en la parte No. 1 (actividad 1.1) y con la rendija doble de separación de **0.5 mm (5.1)** vuelve a realizar el experimento pero escribiendo la distancia exacta que hay entre la rendija y la pantalla. Y dibuja en el siguiente espacio los datos y el patrón observado.

Distancia de separación entre las rendijas: **0.5 mm (5.1)**

Distancia de la rendija a la pantalla **30 cms**

Predicción 2.1

Ahora dibuja en el siguiente espacio el patrón que crees que se formaría si alejamos la pantalla de la rendijas de difracción.



Actividad 2.2

Realiza nuevamente el experimento de la actividad 2.1 mínimo tres veces, alejando cada vez más la pantalla de la rendija (utiliza la misma rendija siempre (5.1)), teniendo en cuenta las distancias indicadas en los siguientes espacios que además utilizaras para hacer el dibujo del patrón de difracción observado.

Distancia de separación entre las rendijas: **0.5 mm (5.1)**

Distancia de la rendija a la pantalla **60 cms**

Distancia de separación entre las rendijas: **0.5 mm (5.1)**

Distancia de la rendija a la pantalla **90 cms**

Distancia de separación entre las rendijas: **0.5 mm (5.1)**

Distancia de la rendija a la pantalla **120 cms**

Resultado 2.1

Compara el patrón observado con tu predicción. ¿Qué ocurre con el espacio que hay entre las franjas brillantes cuando la pantalla se aleja cada vez más de la rendija?

Socialización 2.1

Realiza una socialización con todo el grupo de las predicciones, observaciones realizadas y respuesta a la última pregunta y escribe en el siguiente espacio las conclusiones grupales construidas.

PARTE No. 3.

Predicción 3.1

¿Qué crees que pasaría con el espaciado de las franjas si se utilizara un láser verde (con una longitud de onda más corta) para incidir en las mismas rendijas dobles?

Pregunta 3.1

¿El patrón de difracción observado a través de la rendija doble depende de la longitud de onda del láser?

Socialización 3.1

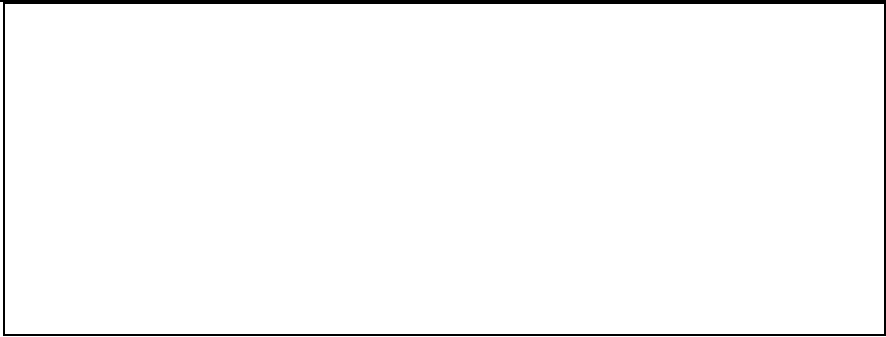
Socializa con los demás grupos la respuesta a las dos preguntas planteadas anteriormente y escribe en el siguiente espacio las conclusiones grupales construidas.

GUIA DE TRABAJO No. 3**NOMBRES:** _____ **GRADO:** _____ **FECHA:** __________
_____**PARTE No. 1****Actividad 1.1**

Teniendo en cuenta el material construido con la ayuda del manual para el estudiante y la orientación de tu profesor, ubica el soporte para sostener el láser, el láser de luz roja, el soporte sostenedor de rendijas, la **“Rendija lineal individual”** y la pantalla, como se muestra a continuación. (La rendija se debe colocar horizontalmente).

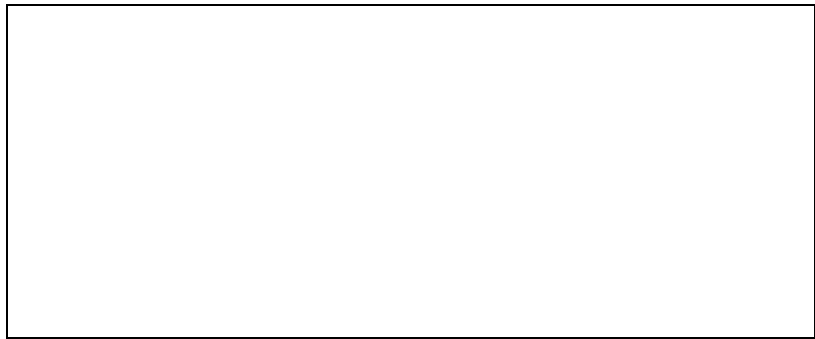
**Predicción 1.1**

Dibuja el patrón que crees se producirá en la pantalla cuando el rayo de luz láser pase a través de la rendija. Utiliza el siguiente espacio como si fuera la pantalla para hacer el dibujo.



Actividad 1.2

Ahora realiza el experimento manteniendo el láser encendido y dibuja el patrón que observas en el siguiente espacio que utilizaras como si fuera la pantalla.



Resultado 1.1

Copara el patrón observado con tu predicción.

Predicción 1.2

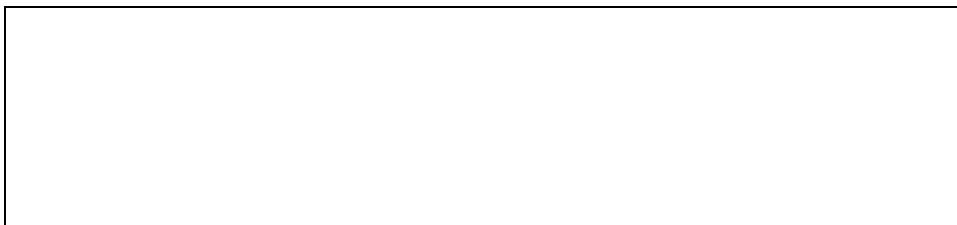
¿Qué pasaría con el patrón de difracción si giráramos la rendija en la dirección que giran las manecillas del reloj?

Actividad 1.3

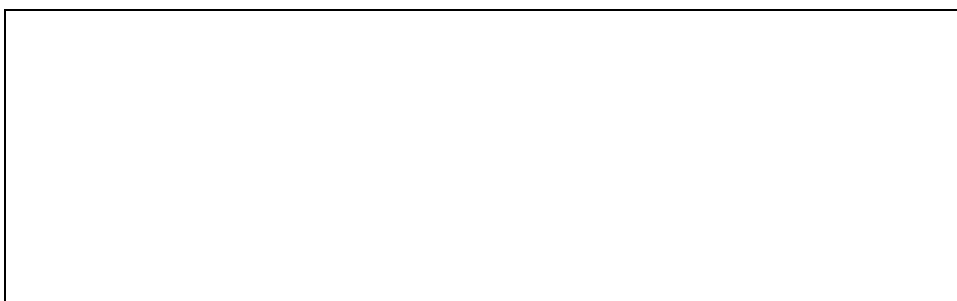
Realiza el experimento y describe lo que ocurre con el patrón de difracción.

Predicción 1.3

¿Cómo crees que sería el patrón que podríamos observar si utilizamos una rendija cuadrada?. Realiza un dibujo en el siguiente espacio para darle respuesta a la pregunta.

**Actividad 1.4**

Ahora realiza el experimento utilizando la rendija cuadrada de dimensiones **0,5 mm x 0,5 mm** manteniendo el láser encendido y dibuja el patrón que observas en el siguiente espacio que utilizaras como si fuera la pantalla.

**Resultado 1.2**

Compara el patrón observado con el de tu predicción

Predicción 1.4

¿Cómo crees que irá cambiando el patrón si utilizamos la otra rendija? Realiza un dibujo en el siguiente espacio para darle respuesta a la pregunta.

Agujero cuadrado con dimensiones aproximadas: **1 mm x 1 mm**

Predicción del patrón

Actividad 1.5

Ahora realiza el experimento utilizando las rendijas cuadradas (de dimensiones (1 mm x 1 mm) manteniendo el láser encendido y dibuja el patrón que observas en el siguiente espacio que utilizaras como si fuera la pantalla.

Agujero cuadrado con dimensiones aproximadas: **1 mm x 1 mm**

PATRON OBSERVADO

Resultado 1.3

Escribe una conclusión que pueda explicar si existen o no relaciones entre el patrón observado y las dimensiones de las rendijas.

Socialización 1.1

Realiza una socialización con todo el grupo de las predicciones, observaciones, respuestas a las diferentes preguntas planteadas y conclusiones realizadas y escribe en el siguiente espacio las conclusiones grupales construidas.

PARTE No. 2**Actividad 2.1**

Con el mismo montaje utilizado en la actividad 1.1 y con la rendija cuadrada de dimensiones **0,5 mm x 0,5 mm** vuelve a realizar el experimento pero escribiendo la distancia exacta que hay entre la rendija y la pantalla. Y dibuja en el siguiente espacio los datos y el patrón observado.

Dimensiones de rendija cuadrada: **0,5 mm x 0,5 mm**
 Distancia de la rendija a la pantalla **60 cm**

Predicción 2.1

Ahora dibuja en el siguiente espacio el patrón que crees que se formaría si alejamos la pantalla de la rendijas de difracción otros **30 cm**.

Actividad 2.2

Realiza nuevamente el experimento de actividad 2.1 mínimo tres veces, alejando cada vez más la pantalla de la rendija (utiliza la misma rendija siempre), teniendo en cuenta las distancias indicadas en los siguientes espacios que además utilizaras para hacer el dibujo del patrón de difracción observado.

Dimensiones de rendija cuadrada: **0,5 mm x 0,5 mm**

Distancia de las rendijas a la pantalla **90 cm**

Dimensiones de rendija cuadrada: **0,5 mm x 0,5 mm**

Distancia de la rendija a la pantalla **120 cm**

Dimensiones de rendija cuadrada: **0,5 mm x 0,5 mm**

Distancia de la rendija a la pantalla **150 cm**

Resultado 2.1

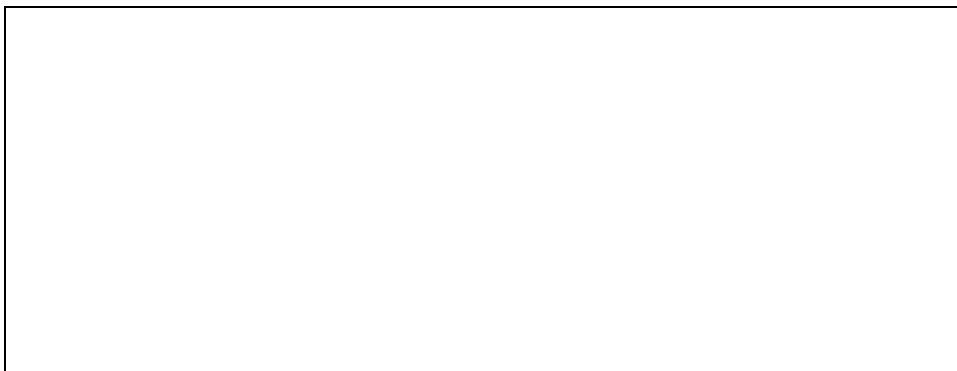
Compara el patrón observado con el de tu predicción. ¿Qué ocurre con el espacio que hay entre las franjas brillantes cuando la pantalla se aleja vez más de la rendija?

Socialización 2.1

Realiza una socialización con todo el grupo de las predicciones, observaciones realizadas y respuesta a la última pregunta y escribe en el siguiente espacio las conclusiones grupales construidas.


PARTE No. 3**Predicción 3.1**

¿Qué pasaría si en lugar de utilizar una rendija cuadrada, utilizamos una rendija circular? Explica y dibuja tu respuesta en el siguiente espacio.



Actividad 3.1

Realiza el experimento con la rendija circular utilizando el mismo montaje de la actividad 1.1 y el agujero construido con la aguja de **1 mm**. Dibuja y describe en el siguiente espacio el patrón observado.



Resultado 3.1

Compara la predicción realizada antes del experimento con la observación obtenida en el experimento.

Predicción 3.2

¿Qué crees que pasaría con el patrón si cambiamos la dimensión del agujero circular? Realiza un dibujo para darle respuesta a la pregunta en el siguiente espacio que utilizaras como si fuera la pantalla.

Agujero realizado con aguja de **1 mm**

Agujero realizado con aguja de **2 mm**

Actividad 3.2

Ahora realiza el experimento utilizando el otro agujero de la rendija (construido con la aguja de 2 mm) y dibuja en el siguiente espacio el patrón observado.

Agujero realizado con aguja de **1 mm**

Agujero realizado con aguja de **2 mm**

Resultado 3.2

Compara el patrón observado con el de tú predicción.

Pregunta 3.1

¿Podrías encontrar una relación entre las dimensiones de los agujeros y el patrón observado? Justifica tu respuesta.

Socialización 3.1

Realiza una socialización con todo el grupo de las predicciones, observaciones, respuestas a las diferentes preguntas planteadas y conclusiones realizadas y escribe en el siguiente espacio las conclusiones grupales construidas.

PARTE No. 4

Actividad 4.1

Con el mismo montaje utilizado en la actividad 1.1 y con la rendija circular construida con la aguja de 1 mm vuelve a realizar el experimento pero escribiendo la distancia exacta que hay entre las rendija y la pantalla. Y dibuja en el siguiente espacio los datos y el patrón observado.

Rendija circular construida con aguja de **1mm**
Distancia de las rendijas a la pantalla **30 cms**

Predicción 4.1

Ahora dibuja en el siguiente espacio el patrón que crees que se formaría si alejamos la pantalla de la rendija de difracción.



Actividad 4.2

Realiza nuevamente el experimento de la actividad 4.1 mínimo tres veces, alejando cada vez más la pantalla de la rendija (utiliza la misma rendija siempre), teniendo en cuenta las distancias indicadas en los siguientes espacios que además utilizaras para hacer el dibujo del patrón de difracción observado.

Rendija circular construida con aguja de **1mm**
Distancia de las rendijas a la pantalla **60 cms**

Rendija circular construida con aguja de **1mm**
Distancia de las rendijas a la pantalla **90 cms**

Rendija circular construida con aguja de **1mm**
Distancia de las rendijas a la pantalla **120 cms**

Resultado 4.1

Describe lo que ocurre con el espacio que hay entre las franjas brillantes cuando la pantalla se aleja cada vez más de la rendija.

Socialización 4.1

Realiza una socialización con todo el grupo de las predicciones, observaciones realizadas y respuesta a la última pregunta y escribe en el siguiente espacio las conclusiones grupales construidas.

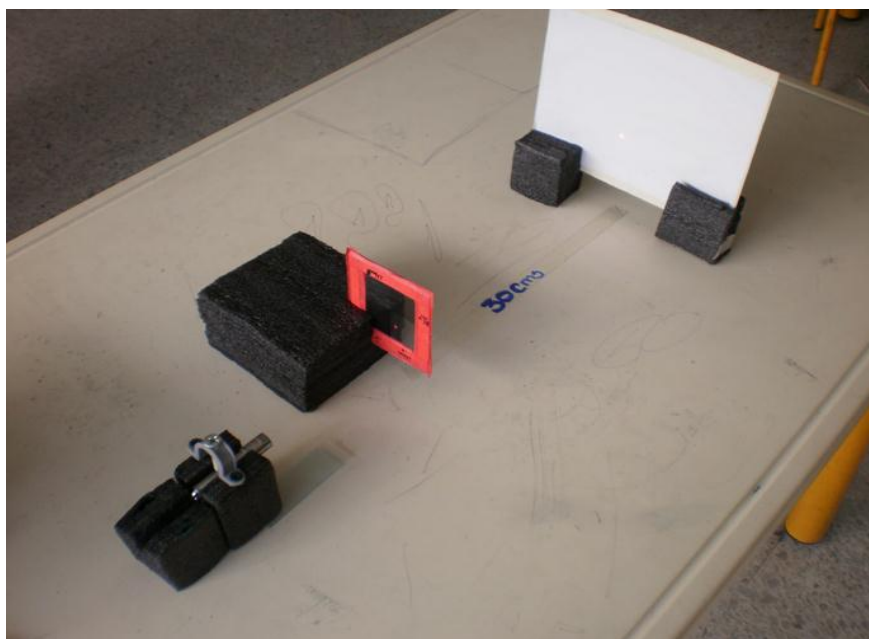
GUIA DE TRABAJO No. 4

NOMBRES: _____ GRADO: _____ F ECHA: _____

PARTE No. 1

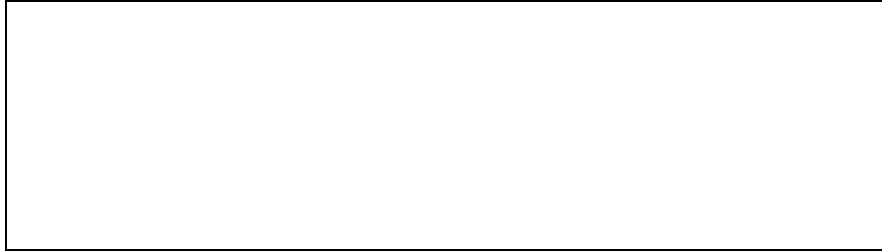
Actividad 1.1

Teniendo en cuenta el material construido con la ayuda del manual para el estudiante y la orientación de tu profesor. Ubica el soporte para sostener el láser, el láser, el soporte para sostener rendijas, cada una de las **“Rejillas de difracción digitales construidas con Software”** (una rejilla a la vez en el momento en que se indique) y la pantalla, como se muestra a continuación.



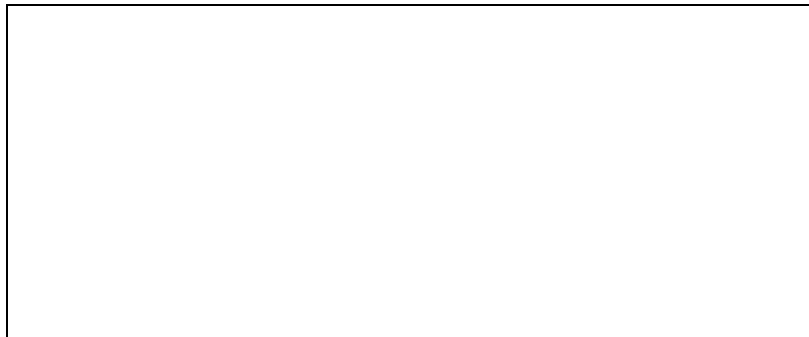
Predicción 1.1

Dibuja el patrón de difracción que crees se producirá en la pantalla cuando el rayo de luz láser pase a través de la primera rejilla (con una frecuencia de **0.14 mm** (4.1)), utiliza el siguiente espacio como si fuera la pantalla para hacer el dibujo.



Actividad 1.2

Ahora realiza el experimento manteniendo el láser encendido y dibuja el patrón que observas en el siguiente espacio que utilizarás como si fuera la pantalla.

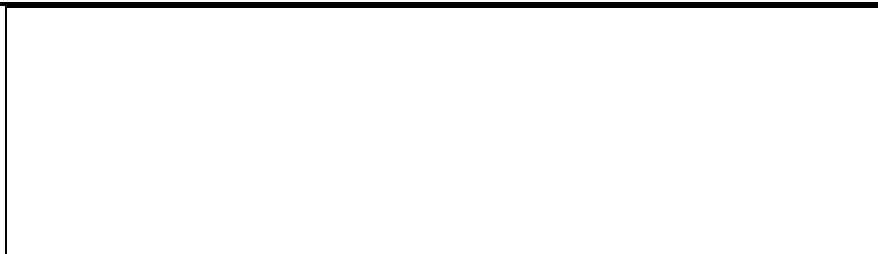


Resultado 1.1

Compara el patrón observado con el de tu predicción.

Predicción 1.2

Ahora cambia la rejilla utilizada anteriormente por la rejilla con una frecuencia de **0.058 mm** (4.2), y dibuja el patrón que crees se producirá en la pantalla cuando el rayo de luz láser pase a través de ella, utiliza el siguiente espacio como si fuera la pantalla para hacer el dibujo.



Actividad 1.3

Realiza el experimento manteniendo el láser encendido y dibuja el patrón que observas en el siguiente espacio que utilizaras como si fuera la pantalla.



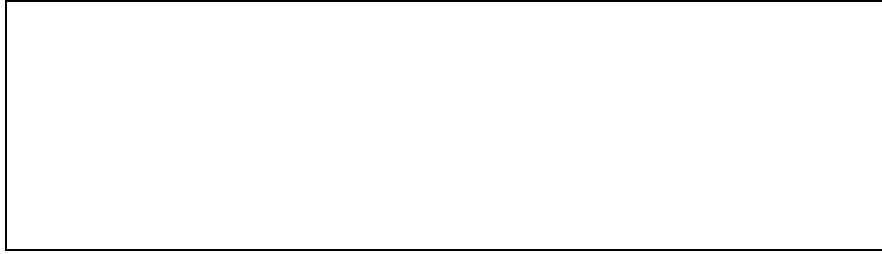
123

Resultado 1.2

Compara el patrón observado con el de tu predicción. ¿Qué diferencia encuentras entre el ancho de las franjas brillantes (ancho de máximos de intensidad) y el ancho de las franjas oscuras (ancho de mínimos de intensidad) entre el patrón observado y el de tu predicción.

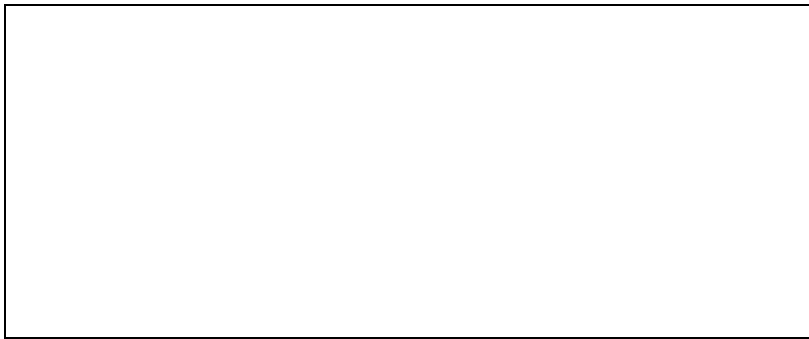
Predicción 1.3

Cambia nuevamente la rejilla utilizada anteriormente por la que tiene una frecuencia de **0.04 mm** (4.3) y dibuja el patrón que crees se producirá en la pantalla cuando el rayo de luz láser pase a través de ella, utiliza el siguiente espacio como si fuera la pantalla para hacer el dibujo.



Actividad 1.4

Ahora realiza el experimento manteniendo el láser encendido y dibuja el patrón que observas en el siguiente espacio que utilizaras como si fuera la pantalla.



Resultado 1.3

Compara el patrón observado con el de tu predicción.

Resultado 1.4

Escribe una conclusión que pueda explicar la relación que hay entre la frecuencia de las rejillas y el patrón de difracción observado.

Socialización 1.1

Realiza una socialización con todo el grupo de las predicciones, observaciones, y conclusiones realizadas y escribe en el siguiente espacio las conclusiones grupales construidas.

PARTE No. 2**Actividad 2.1**

Con el mismo montaje utilizado en la parte No. 1 y con la rejilla de frecuencia **0,058 mm** (4.2) vuelve a realizar el experimento pero escribiendo la distancia exacta que hay entre la rendija y la pantalla. Y dibuja en el siguiente espacio los datos y el patrón observado.

Frecuencia de la rejilla: **0,058 mm**

Distancia de la rendija a la pantalla **60 cm**

PATRÓN OBSERVADO

Predicción 2.1

Ahora dibuja en el siguiente espacio el patrón que crees que se formaría si alejamos la pantalla de la rejilla de difracción..

Actividad 2.2

Realiza nuevamente el experimento de la actividad 1.1 mínimo tres veces, alejando cada vez más la pantalla de la rendija (utiliza la misma rendija siempre), escribiendo las distancias utilizadas en los siguientes espacios, que además utilizaras para hacer el dibujo del patrón de difracción observado.

Frecuencia de la rejilla: **0,058 mm**

Distancia de la rendija a la pantalla **90 cm**

Frecuencia de la rejilla: **0,058 mm**

Distancia de la rendija a la pantalla **120 cm**

Frecuencia de la rejilla: **0,058 mm**

Distancia de la rendija a la pantalla **150 cm**

Resultado 2.1

Teniendo en cuenta las observaciones realizadas anteriormente, describe lo que ocurre con el espacio que hay entre las franjas brillantes cuando la pantalla se aleja cada vez más de la rejilla.

Socialización 2.1

Realiza una socialización con todo el grupo de las predicciones, observaciones realizadas y respuesta a la última pregunta y escribe en el siguiente espacio las conclusiones grupales construidas.

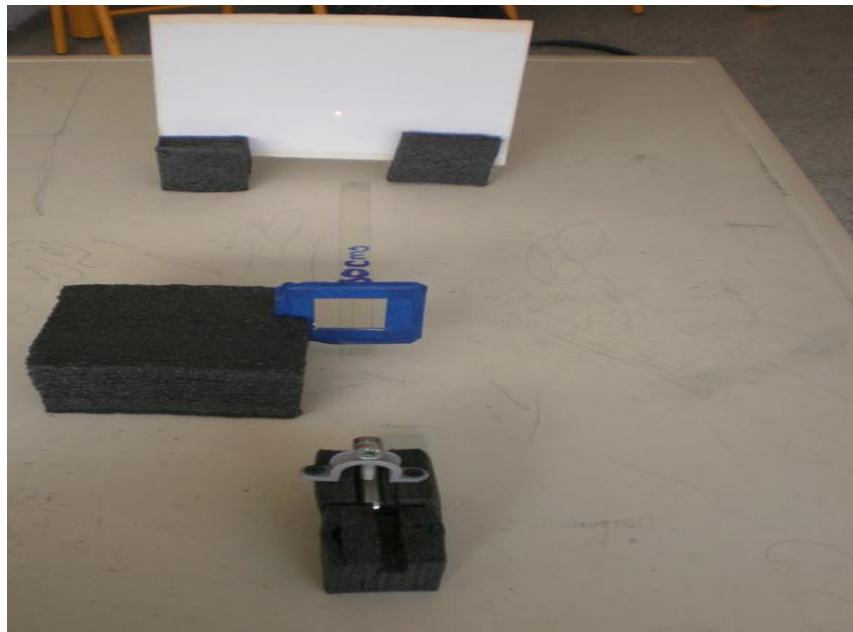
GUIA DE TRABAJO No. 5

NOMBRES: _____ GRADO: _____ FECHA: _____

PARTE No. 1

Actividad 1.1

Teniendo en cuenta el material construido con la ayuda del manual para el estudiante y la orientación de tu profesor. Ubica el soporte para sostener el láser, el láser rojo, el soporte para sostener rendijas, la “Rendija lineal que varía su ancho gradualmente” y la pantalla, como se muestra a continuación.



Predicción 1.1

Dibuja el patrón de difracción que crees se producirá en la pantalla cuando el rayo de luz láser pase a través de cada uno de los cabellos dispuestos en la rendija, utiliza el siguiente espacio como si fuera la pantalla para hacer el dibujo.

Cabello más grueso

Cabello de grosor intermedio

Cabello más delgado

Actividad 1.2

Ahora realiza el experimento manteniendo el láser encendido y dibuja el patrón que observas en el siguiente espacio que utilizarás como si fuera la pantalla.

Cabello más grueso

Cabello de grosor intermedio

Cabello más delgado

Resultado 1.1

Compara el patrón observado con el de tú predicción

Resultado 1.2

Establece una relación entre los patrones de difracción observados durante el trabajo realizado con las guías anteriormente trabajadas y los patrones de difracción observados con la rendija construida con trozos de cabello.

Socialización 1.1

Realiza una socialización con todo el grupo de las predicciones, observaciones, y respuesta a las preguntas planteadas y escribe en el siguiente espacio las conclusiones grupales construidas.

PARTE No. 2**Predicción 2.1**

¿Qué patrón crees se observará si se utiliza el mismo montaje en la parte No. 1 y la rendija construida con el trozo de CD?

Actividad 2.1

Ahora realiza el experimento mencionado en la predicción 2.1 y dibuja en el siguiente espacio el patrón observado.

Resultado 2.1

¿Qué podrías concluir del trabajo realizado anteriormente?

Actividad 2.2

Ahora, vuelve a realizar el experimento anterior pero escribiendo la distancia exacta que hay entre la rejilla y la pantalla. Y dibuja en el siguiente espacio el patrón observado.

- ✓ Rejilla construida con CD. (5).
- ✓ Distancia de la rejilla a la pantalla **30** cms

Predicción 2.2

Ahora dibuja en el siguiente espacio el patrón que crees que se formaría si aumentamos en el doble la distancia pantalla- rejilla.

**Actividad 2.3**

Realiza nuevamente el experimento de actividad 2.2 mínimo tres veces, alejando cada vez más la pantalla de la rejilla (utiliza la misma rejilla siempre (5)), teniendo en cuenta las distancias indicadas en los siguientes espacios que además utilizarás para hacer el dibujo del patrón de difracción observado.

- ✓ Rejilla construida con CD.
- ✓ Distancia de la rejilla a la pantalla **90 cms**

- ✓ Rejilla construida con CD.
- ✓ Distancia de la rejilla a la pantalla **120 cms**

- ✓ Rejilla construida con CD.
- ✓ Distancia de la rejilla a la pantalla **150 cms**

Resultado 2.2

Teniendo en cuenta las observaciones realizadas anteriormente, describe lo que ocurre con el espaciado entre las franjas brillantes (máximos de intensidad) cuando la pantalla se aleja cada vez más de la rejilla

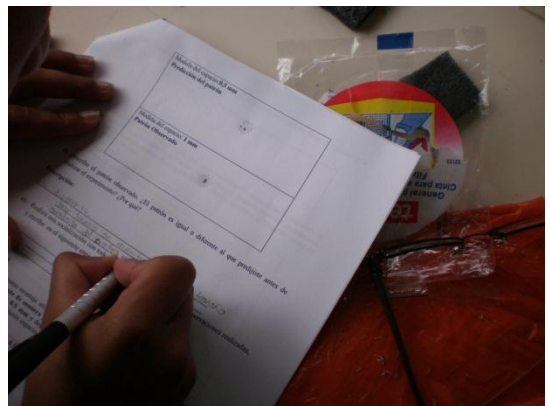
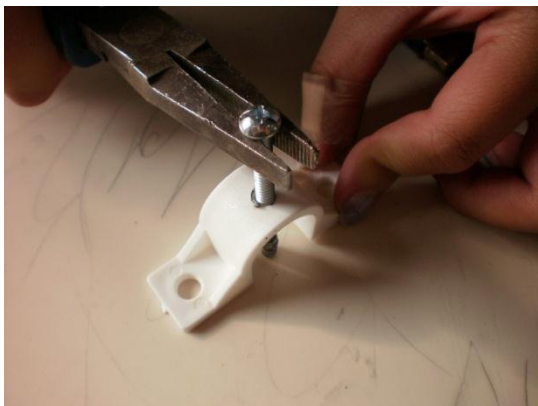
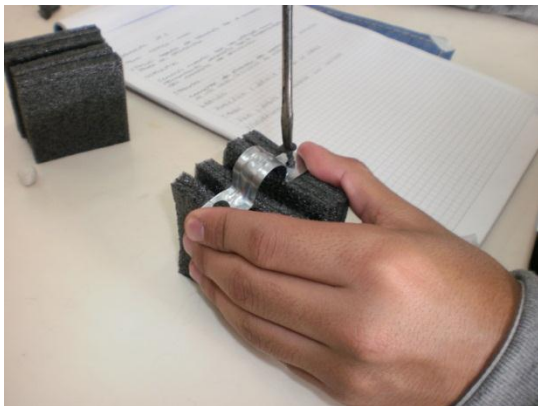
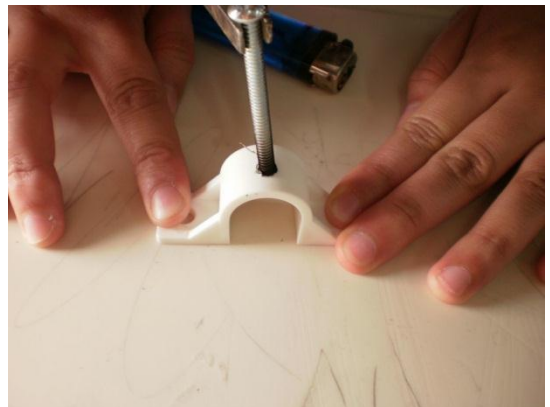
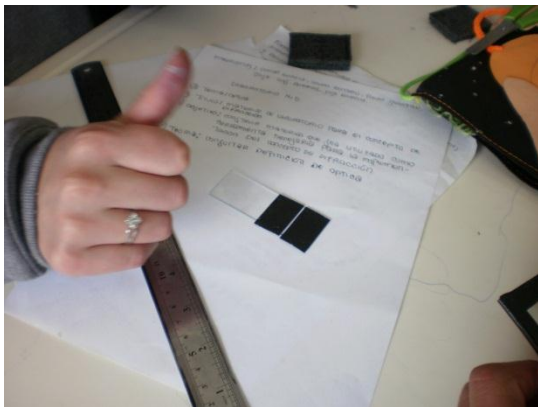
Socialización 2.1

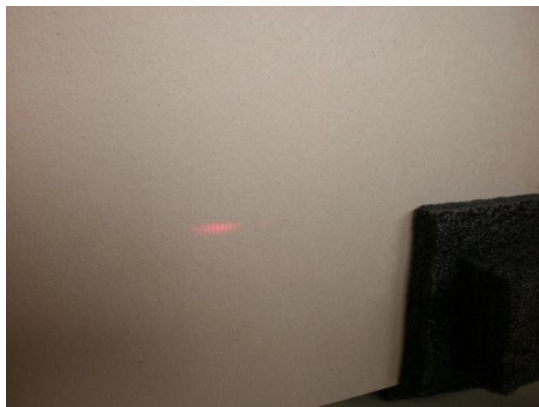
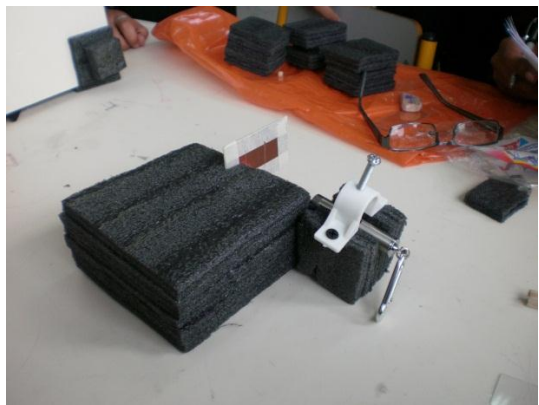
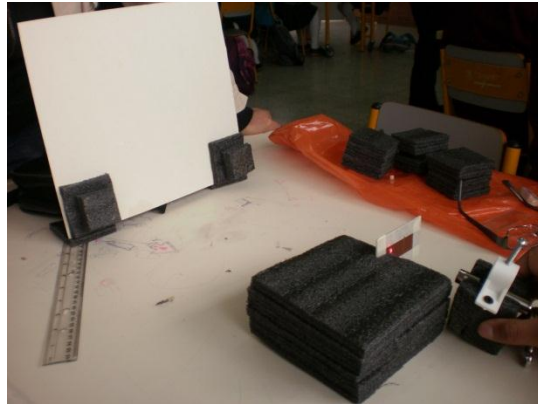
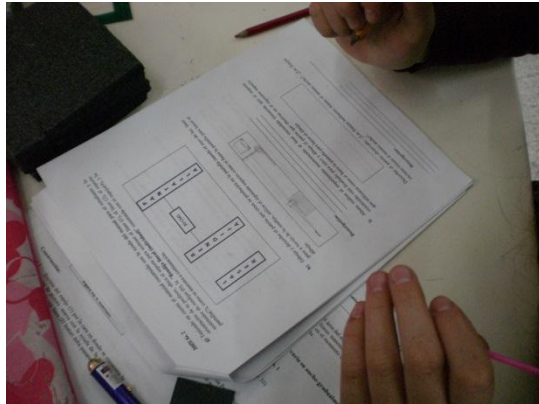
Realiza una socialización con todo el grupo de las predicciones, observaciones realizadas y respuesta a la última pregunta y escribe en el siguiente espacio las conclusiones grupales construidas.

B. Anexo: Fotos de aplicación informal de la propuesta por parte del docente.









Bibliografía

- Albert Einstein, Leopold Infeld. (1986). *La evolución de la física*. Barcelona.
- Chamizo Guerrero, José Antonio. (2007). *Historia y Epistemología de las ciencias: Las aportaciones de Toulmin a la enseñanza de las ciencias*. México.
- Gil R. (1934). *Historia de la Física*. Barcelona: Labor, S.A.
- Hecht Zajac, (1974). *Óptica*. (Única edición en español). E.U.A: Printed in Usa.
- Manual del operador.(s.f). Recuperado el 2 de marzo de 2012, de http://www.ryobitools.com/product_manual/file_url/333/ELL0006_974_sp.pdf
- Plaget J., Ullmo J., Broglie, L., & Costa O. (1979). *Epistemología de la Física*. Buenos Aires: Paidós, S.A.I.C.F
- *Red de difracción*. (s.f.). Recuperado el 25 de mayo de 2012, de <http://taller2.fisica.edu.uy/Repartidos/practica7.pdf>.
- Rodríguez, J. & Virgós J. (1998). *Fundamentos de óptica ondulatoria*. Universidad de Oviedo.
- Saldaña, J.J. (1983). La introducción de la óptica ondulatoria: La explicación Fresneliana de la difracción. *Revista Mexicana de Física*, 29,3, 28.
- Sears, F.W., Zemansky, M.W., Young, H.D., Freedman, R.A, (2005). *Física Universitaria con física moderna*. México: Pearson Educación.

- Serway, R.A. & Jewett, J.W. (2004). *Física II*. México: International Thomson Editores.
- Schwartz, M. Pollichuke. *Aprendizaje Activo. Una organización de la clase centrada en el alumno*. 1998 .Madrid.
- Sokoloff, D. & otros. (2009). *Active Learning in Optics and Photonics, Training manual*. Segunda edición. UNESCO.

